

アルメニア共和国
領土管理省
水資源経済委員会

アルメニア共和国
農業灌漑セクター情報収集・確認調査
ファイナルレポート

平成 26 年 12 月
(2014 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社 三祐コンサルタンツ

東中
JR
14-027

アルメニア国 農業灌漑セクター情報収集・確認調査 報告書

目 次

目 次

図表リスト

略語集/通貨換算率

調査対象地域位置図

現地状況写真

第1章 調査の概要	1-1
1-1 背景	1-1
1-1-1 アルメニア国の概要	1-1
1-1-2 アルメニア国の開発計画	1-2
1-1-3 我が国の援助方針	1-3
1-2 調査の経緯・目的	1-3
1-3 調査内容	1-3
1-4 調査団員および現地調査期間	1-4
第2章 アルメニア国の農業灌漑セクターの現状と課題	2-1
2-1 アルメニア国関連省庁	2-1
2-2 自然条件	2-3
2-2-1 地勢・地形	2-3
2-2-2 水文・気象、水資源	2-3
2-3 農業セクター	2-3
2-3-1 国家経済における農業セクターの位置付け	2-3
2-3-2 農業開発計画	2-4
2-3-3 土地利用と農地面積	2-6
2-3-4 人口動態と農業就業人口	2-6
2-3-5 土地制度と農家経営規模	2-6
2-3-6 農業生産	2-7
2-3-7 作物栽培暦	2-9
2-3-8 食料安全保障	2-10
2-3-9 農産物輸出入	2-11
2-3-10 農業投入財	2-13
2-3-11 農産物の流通・加工と農家販売価格	2-14
2-3-12 作物別収益	2-17
2-3-13 農民組織・水利組織	2-18
2-3-14 農業研究・教育・普及機関	2-19
2-3-15 農業金融	2-20
2-4 灌漑セクター	2-20
2-4-1 水資源・灌漑政策	2-20
2-4-2 水・土地資源量	2-22
2-4-3 水利用配分	2-23

2-5	地質・水理地質の概要	2-24
2-5-1	アルメニア国の地質および水理地質概要	2-24
2-5-2	Ararat 平野および Yeghvard 地区の地下水環境	2-24
2-5-3	活断層と地震	2-24
2-5-4	地すべり状況	2-25
2-6	貯水池建設関連法規	2-26
2-6-1	貯水池設計基準	2-26
2-6-2	貯水池耐震基準	2-27
2-7	円借款事業の契約手続き	2-29
2-8	環境社会配慮手続き	2-31
2-9	国際水利権・河川協定の近況	2-33
2-10	他ドナーの動向、事業内容	2-35
第3章	Yeghvard 灌漑整備事業地区の現状と現行整備計画	3-1
3-1	自然条件	3-1
3-1-1	気象	3-1
3-1-2	水文	3-2
3-1-3	水資源	3-3
3-2	農業・営農状況	3-4
3-2-1	農業生産	3-4
3-2-2	作物生産と技術レベル	3-5
3-2-3	水利組合	3-6
3-2-4	農民が抱える問題点	3-6
3-3	Yeghvard 灌漑整備事業計画	3-11
3-3-1	地質調査	3-11
3-3-2	貯水池建設計画	3-16
3-3-3	既存堤体の状況および築堤材料	3-18
3-3-4	作付計画	3-21
3-3-5	既存灌漑施設	3-21
3-3-6	現行の灌漑計画	3-27
第4章	Yeghvard 灌漑整備事業計画の課題と方向性	4-1
4-1	関連計画・政策との整合	4-1
4-1-1	国家開発計画	4-1
4-1-2	農業政策	4-1
4-1-3	他ドナー事業計画	4-2
4-1-4	貯水池建設の妥当性	4-2
4-2	開発課題	4-3
4-2-1	対象地域の作付計画	4-3
4-2-2	農作物の輸出振興	4-6
4-2-3	セヴァン湖の水資源利用の方向性	4-7
4-2-4	国際河川への配慮	4-7

第5章 Yeghvard 灌漑整備事業計画への提案	5-1
5-1 農業支援	5-1
5-1-1 営農支援	5-1
5-1-2 農産物輸出振興支援	5-1
5-2 水源利用、灌漑面積、灌漑システム	5-2
5-2-1 水収支検討	5-2
5-2-2 Yeghvard 灌漑事業地区の必要水量	5-4
5-2-3 水収支計算（単年計算）	5-5
5-2-4 水収支計算（連続計算）	5-6
5-3 貯水池規模	5-8
5-4 既設堤体の活用等を考慮した堤体配置	5-8
5-5 池敷漏水防止工	5-10
5-5-1 既往調査および漏水量計算	5-10
5-5-2 池敷漏水防止工	5-11
5-5-3 貯水池の安全管理	5-14
5-6 耐震設計基準への配慮	5-15
5-6-1 耐震設計手法・基準の確立	5-15
5-6-2 Micro Seismic Zoning 調査の実施	5-16
5-7 概算事業費と事業評価（概略）	5-18

付属資料

資料-1：面談者一覧	ATT-1-1
資料-2：議事録（インセプションレポート報告）	ATT-2-1
資料-3：議事録（ドラフトファイナルレポート報告）	ATT-3-1
資料-4：先方コメント（ドラフトファイナルレポート）	ATT-4-1
資料-5：プレゼンテーション資料	ATT-5-1
資料-6：収集資料リスト	ATT-6-1

添付資料

Appendix-A 農家調査の結果	A-1
Appendix-B WUA ワークショップの結果	B-1
Appendix-C 農業関連情報	C-1
Appendix-D 灌漑関連情報	D-1
Appendix-E 貯水池関連情報	E-1
Appendix-F 事業費内訳・経済評価	F-1

図表リスト

図リスト

図 1-1.1	全国、農村部におけるセクター別就業人口の割合	1-2
図 2-1.1	アルメニア国の行政機関	2-1
図 2-3.1	2000年と2008-2012年の作物別収穫面積 (ha)	2-7
図 2-3.2	アルメニア国の主要作物栽培暦	2-9
図 2-3.3	アルメニア国のトラクター、コンバイン・ハーベスタ稼働台数 (2006-2014)年	2-14
図 2-3.4	野菜・果物の流通経路	2-15
図 2-3.5	アルメニア国の農業普及制度	2-20
図 2-4.1	アルメニア国と近隣国等の一人当たり貯水施設容量	2-21
図 2-4.2	セヴァン湖の水位変化	2-21
図 2-4.3	Ararat 平野の地下水位の低下状況	2-21
図 2-4.4	Free Water の活用イメージ	2-22
図 2-4.5	Arpa-Sevan トンネルと Arpa-Vortan トンネル	2-22
図 2-4.6	Arpa-Sevan トンネルの取水実績 (2010年)	2-23
図 2-4.7	Sevan-Hrazdan 水力発電カスケード利用	2-23
図 2-5.1	アルメニア国模式地質図	2-24
図 2-5.2	アルメニア国の活断層分布図	2-25
図 2-5.3	堆積層内の断層	2-25
図 2-5.4	Yeghvard 地区および近傍の地すべり分布図	2-26
図 2-6.1	500年確率水平方向地震動 (A)	2-28
図 2-7.1	借款交渉の流れ	2-30
図 2-7.2	借款契約の流れ	2-30
図 2-8.1	段階毎に必要な環境アセスメントと主な実施事項	2-32
図 2-8.2	“Pre Assessment” および “ESIA” 手順	2-33
図 2-9.1	アルメニア国とその周辺の国際河川	2-34
図 3-1.1	Yeghvard 事業位置と Marz	3-1
図 3-1.2	Hrazdan 観測地点の年降水量	3-1
図 3-1.3	Hrazdan 観測地点の年平均降水量に対する各年の差	3-1
図 3-1.4	Hrazdan 観測地点と Yeghvard 観測地点の気象状況	3-2
図 3-1.5	Hrazdan 川 (2003-2012)	3-3
図 3-1.6	Kasakh 川 (2003-2012)	3-3
図 3-1.7	Hrazdan 川および Kasakh 川の 10日間平均流量確率計算結果	3-3
図 3-1.8	灌漑利用水量における Hrazdan 川自流域からの流入量とセヴァン湖からの導水量の割合	3-4
図 3-2.1	対象地における農家の問題点	3-10
図 3-3.1	Yeghvard 盆地案内図	3-13
図 3-3.2	Yeghvard 地区案内図	3-13
図 3-3.3	Yeghvard 地区模式水理地質断面図	3-14
図 3-3.4	地質断面図	3-15
図 3-3.5	貯水池形状 (現計画)	3-17
図 3-3.6	既存堤体材料採取地	3-18

図 3-3.7	テストピット掘削後状況（既存堤体）	3-18
図 3-3.8	テストピット掘削後状況（築堤材料）	3-20
図 3-3.9	用水系統模式図（現況）	3-22
図 3-3.10	Aparan 貯水池年最大貯水量の変化	3-22
図 3-3.11	事業地区内の取水堰	3-23
図 3-3.12	ポンプの取水量的変化	3-23
図 3-3.13	事業地区内のポンプ場	3-25
図 3-3.14	WSA と WUA の取水比率	3-25
図 3-3.15	幹線水路とチェックゲート	3-25
図 3-3.16	水路断面図	3-25
図 3-3.17	水路と圃場	3-26
図 4-2.1	作付け計画策定手順	4-3
図 4-2.2	Akuryan と Araks 川の合流地点	4-7
図 4-2.3	アルメニア国流域区分	4-8
図 5-2.1	水収支計算での用水系統模式図	5-3
図 5-2.2	灌漑必要水量	5-4
図 5-2.3	灌漑必要水量（搬送効率 3%向上の場合）	5-4
図 5-2.4	Hrazdan 川および Kasakh 川の 10 日間平均流量確率計算結果	5-5
図 5-2.5	Yeghvard 貯水池（90MCM）の貯水量変化	5-6
図 5-2.6	Yeghvard 貯水池（110MCM）の貯水量変化	5-7
図 5-2.7	Yeghvard 灌漑事業地区の用水系統図（計画）	5-7
図 5-4.1	貯水池平面図（案）	5-9
図 5-4.2	貯水池横断面図（案）	5-9
図 5-6.1	第一段階で着目するパラメータ概念図	5-16
図 5-6.2	Micro Seismic Zoning 調査概要	5-17
図 5-7.1	対象工事箇所的位置	5-18

表リスト

表 1-1.1	アルメニア国の主要社会経済指標	1-1
表 1-4.1	調査団員の構成および現地調査期間	1-4
表 2-1.1	アルメニア国政府予算の推移	2-2
表 2-3.1	産業セクター別 GDP (2011-2013 年)	2-4
表 2-3.2	SADS 予想作物生産 (2007-2020 年)	2-5
表 2-3.3	関係 Marz の農業振興戦略	2-5
表 2-3.4	産業別就業人口 (2008-2012 年)	2-6
表 2-3.5	作物別収穫面積指数 (100=2000 年)	2-8
表 2-3.6	主要食料自給率 (2010-2013 年)	2-10
表 2-3.7	農産物輸入量 (2007-2011 年)	2-11
表 2-3.8	農産物輸出量 (2007-2011 年)	2-12
表 2-3.9	ロシア向けに輸出される野菜・果物と競合国	2-12
表 2-3.10	農家の農業投入財利用状況	2-13
表 2-3.11	農産物の販売割合	2-15
表 2-3.12	作物別収益 (ha)	2-17
表 2-3.13	灌漑料金 (AMD/m ³)	2-18
表 2-3.14	農業省傘下の研究機関	2-19
表 2-3.15	農家が経験した農業支援サービス (2013 年)	2-20
表 2-6.1	貯水池等級区分	2-27
表 2-6.2	地盤条件係数 (k_0)	2-29
表 2-6.3	許容損傷係数 (k_1)	2-29
表 2-6.4	施設重要度係数 (k_2)	2-29
表 2-8.1	水利施設におけるカテゴリー分類基準	2-31
表 2-8.2	環境管理計画例	2-32
表 2-9.1	アルメニアとその周辺国の過去の国際河川に関する水利協定	2-34
表 2-10.1	主要ドナー国 (上位 5 ケ国) の ODA 実績の推移	2-35
表 2-10.2	農業・灌漑分野におけるアルメニア国に対する支援状況	2-36
表 3-1.1	30 ケ年を対象とした 2008 年と 2012 年の確率計算	3-2
表 3-1.2	10 ケ年を対象とした 2008 年と 2012 年の確率計算	3-2
表 3-2.1	対象地域の作付け状況 (2013 年)	3-5
表 3-2.2	対象地域の水利組合	3-6
表 3-2.3	ワークショップで選定した 4 グループの概況	3-7
表 3-2.4	WUA メンバーが指摘した営農上の深刻な問題点	3-9
表 3-3.1	Yeghvard 貯水池の地質調査/物理探査数量一覧	3-11
表 3-3.2	概略地質層序表	3-12
表 3-3.3	地表水および地下水、水質分析結果一覧 (Yeghvard 貯水池)	3-14
表 3-3.4	堤体形状の変遷	3-16
表 3-3.5	貯水池計画	3-17
表 3-3.6	ダム諸元	3-17
表 3-3.7	Yeghvard 灌漑整備事業地区におけるポンプ場	3-24
表 3-3.8	Rancchapar ポンプ場の運転費用	3-24
表 3-3.9	Rancchapar ポンプ場の電力記録	3-24

表 3-3. 10	WUA 管理によるポンプ場	3-24
表 3-3. 11	Yeghvard 灌漑整備事業地区における水路の搬送効率	3-26
表 3-3. 12	既存灌漑施設への配水経路	3-27
表 3-3. 13	各水路における Part I と Part II の灌漑割合	3-27
表 4-1. 1	Yeghvard 灌漑整備事業と SADS ビジョンとの整合性	4-1
表 4-1. 2	3 貯水池建設事業の比較	4-2
表 4-2. 1	WUA 別新規灌漑地面積	4-4
表 4-2. 2	対象地の作付け試算 (2020 年)	4-4
表 4-2. 3	対象地域の農業振興戦略	4-4
表 4-2. 4	農家の作物評価	4-5
表 4-2. 5	WUA 別作付け動向予測 (2020 年)	4-5
表 4-2. 6	対象地域の作付け計画 (2020 年)	4-6
表 4-2. 7	アルメニア国の農産物輸出の SWOT 分析	4-6
表 5-1. 1	農家が抱える問題への対策	5-1
表 5-1. 2	農産物輸出振興のための望ましい条件	5-2
表 5-2. 1	水収支計算条件	5-3
表 5-2. 2	Yeghvard 灌漑整備事業地区以外の需要水量	5-3
表 5-2. 3	灌漑対象作物の内訳	5-4
表 5-2. 4	水計算での水路の搬送効率	5-4
表 5-2. 5	灌漑必要水量	5-4
表 5-2. 6	灌漑必要水量 (搬送効率 3% 向上の場合)	5-4
表 5-2. 7	計算で利用する確率と再現年の関係	5-5
表 5-2. 8	確率年と水収支計算結果	5-5
表 5-2. 9	30 ケ年を対象とした場合の少雨時の年降水量確率 (1983~2012 年)	5-6
表 5-2. 10	Yeghvard 貯水池の水収支計算結果 (連続計算)	5-6
表 5-2. 11	検討ケース毎の水収支計算の結果	5-7
表 5-5. 1	主たる地層の透水係数	5-10
表 5-5. 2	水位ごとの漏水量試算結果	5-10
表 5-5. 3	池敷漏水防止工法比較表	5-13
表 5-6. 1	安定計算における検討ケース (水位条件と求められる安全性 (安全率) の組み合わせ)	5-16
表 5-7. 1	事業費の概算	5-18
表 5-7. 2	収益率の試算	5-19

略語集

アルメニア開発戦略	Armenia Development Strategy	(ADS)
アジア開発銀行	Asian Development Bank	(ADB)
フランス開発庁	Agence Française de Développement	(AFD)
Marz レベル農業普及センター	Agricultural Support Marz Center	(ASMC)
国レベル農業普及センター	Agricultural Support Republic Center	(ASRC)
コスト収益比	Benefit Cost Analysis	(B/C)
アグリビジネス・地域開発センター	The Center for Agribusiness and Rural Development	(CARD)
国際農業研究協議グループ	Consultative Group on International Agricultural Research	(CGIAR)
国際トウモロコシ・コムギ改良センター	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo	(CIMMYT)
国際馬鈴薯センター	International Potato Center	(CIP)
独立国家共同体	Commonwealth of Independent States	(CIS)
非公開株式会社	Closed Joins Stock Company	(CJSC)
環境影響評価	Environmental Impact Assessment	(EIA)
交換公文	Exchange of Notes	(EN)
環境社会影響評価	Environmental and Social Impact Assessment	(ESIA)
ヨーロッパ連合	European Union	(EU)
財務的内部収益率	Financial Internal Rate of Return	(FIRR)
国内総生産	Gross Domestic Product	(GDP)
国際乾燥地農業研究センター	International Center for Agricultural Research in the Dry Areas	(ICARDA)
国際農業開発基金	International Fund for Agricultural Development	(IFAD)
国際通貨基金	International Monetary Fund	(IMF)
国際生物多様性センター	International Plant Genetic Resources Institute	(IPGRI)
内部収益率	Internal Rate of Return	(IRR)
各国農業研究国際サービス	International Service for National Agricultural Research	(ISNAR)
国際協力機構	Japan International Cooperation Agency	(JICA)
ドイツ復興金融公庫	Kreditanstalt für Wiederaufbau	(KfW)
正味現在価値	Net Present Value	(NPV)
水事業実施機関	Water Sector Projects Implementation Unit	(PIU)
持続可能な農業開発戦略	Sustainable Agriculture Development Strategy of the RA	(SADS)
水資源経済委員会	State Committee of Water Economy	(SCWE)
中小企業	Small and Medium Enterprises	(SMEs)
統合水資源管理に向けて	Towards Integrated Water Resources Management	(TIWRM)
アメリカ合衆国国際開発庁	United States Agency for International Development	(USAID)
アメリカ合衆国農務省	United States Department of Agriculture	(USDA)
世界銀行	World Bank	(WB)
水供給公社	Water Supply Agency	(WSA)
水利組合	Water User Association	(WUA)

単位

mm	millimeter	m ²	square meter	m ³	cubic meter
cm	centimeter	km ²	square kilometer	MCM	million cubic meter
m	meter	ha	hectare		
km	kilometer				
g	gram	cm/s	centimeter per second	Kcal	kilocalorie
kg	kilogram	m ³ /s	cubic meter per second	kWh	kilowatt hour
g/cm ³	gram per cubic centimeter	lit/sec	litter per second	Ωm	ohm meter

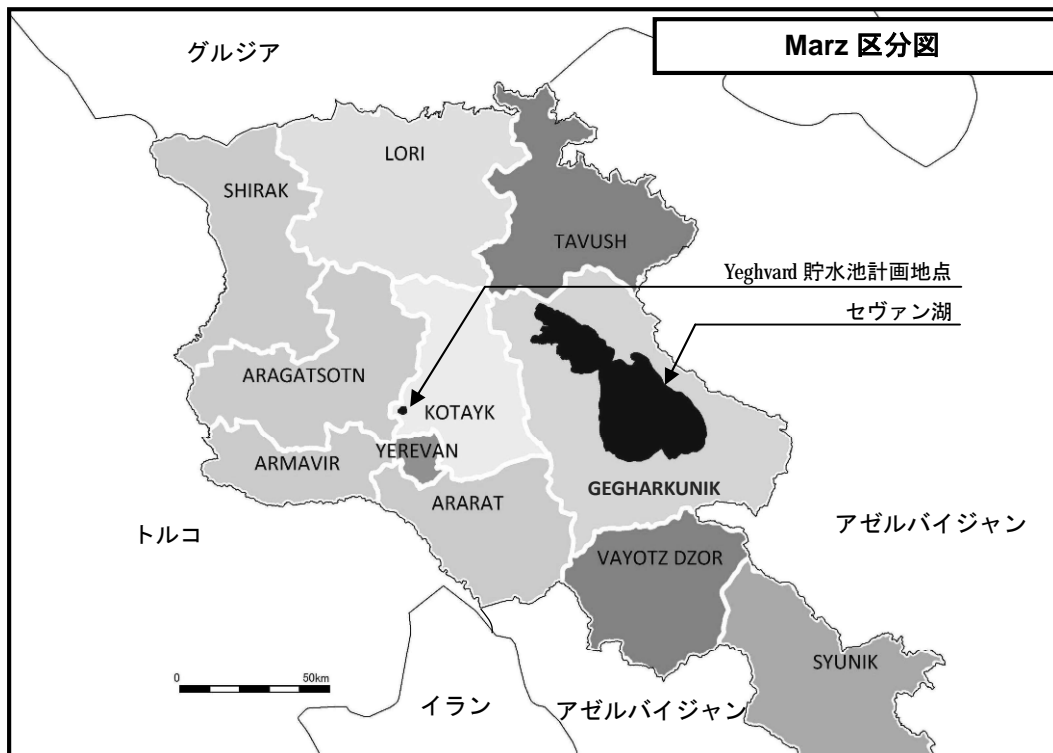
通貨

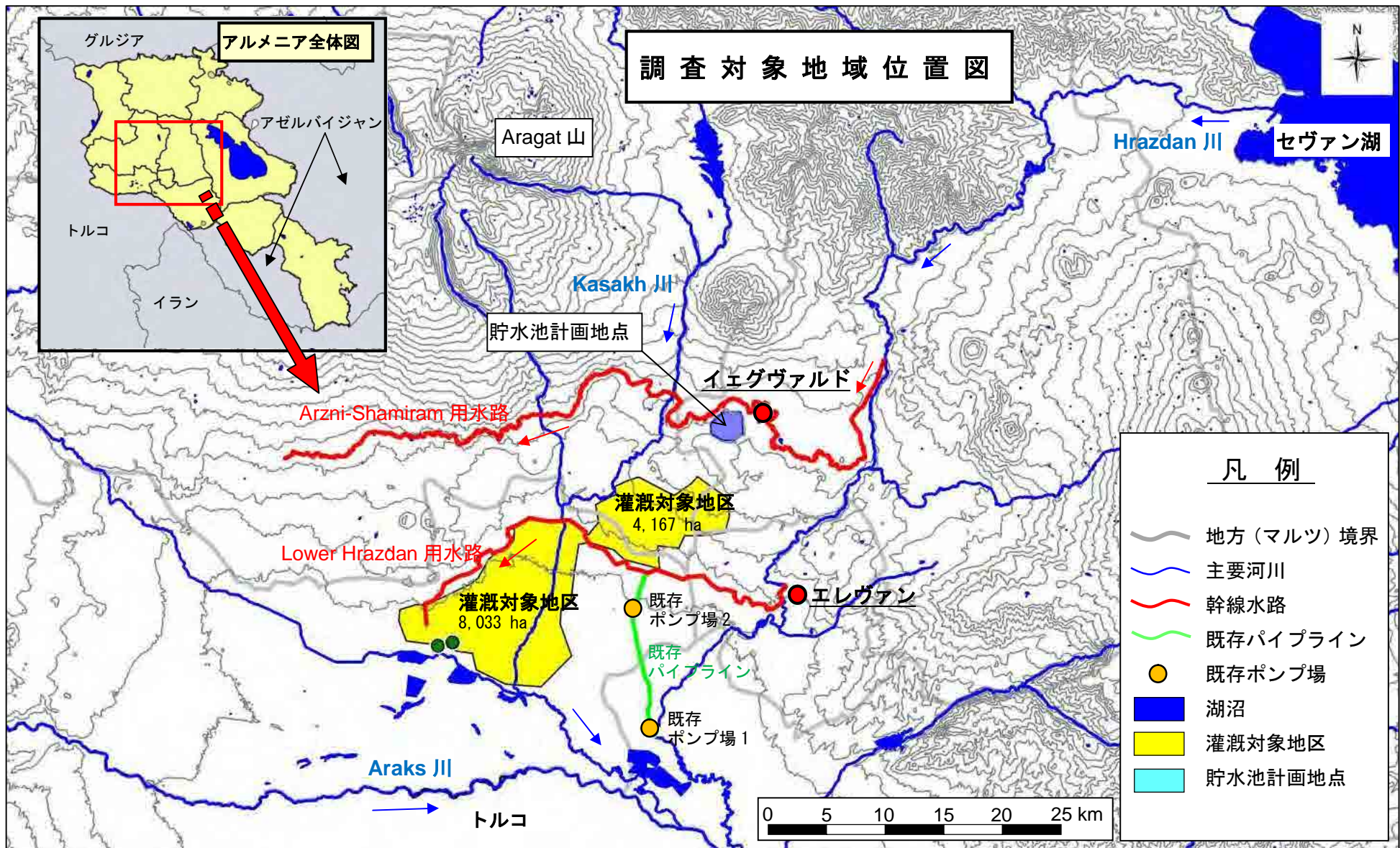
日本円	Japanese Yen	(円)
アメリカ・ドル	US Dollar	(USD)
アルメニアドラム	Armenia Dram	(AMD)

通過換算率 (2014年8月31日 OANDA レート)

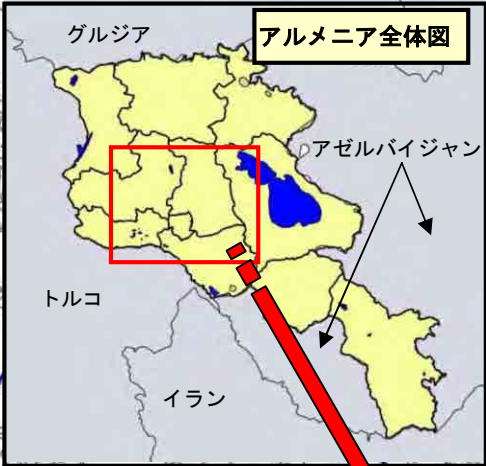
USD = 96.53 円

AMD = 0.2542 円



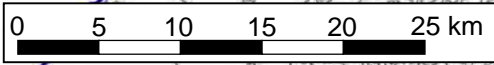


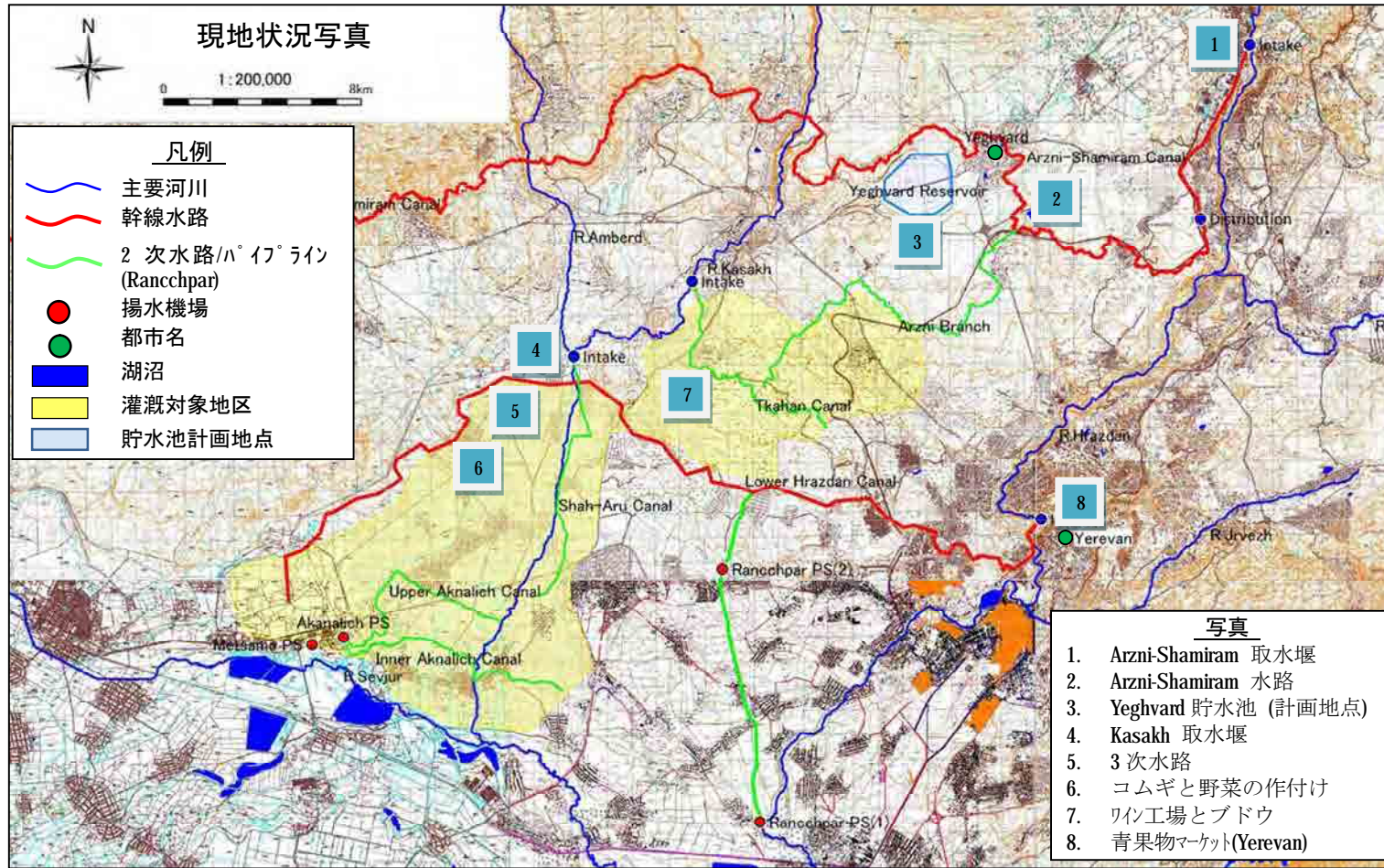
調査対象地域位置図



凡例

- 地方（マルツ）境界
- 主要河川
- 幹線水路
- 既存パイプライン
- 既存ポンプ場
- 湖沼
- 灌漑対象地区
- 貯水池計画地点





第1章 調査の概要

1-1 背景

1-1-1 アルメニア国の概要

アルメニア共和国（以下「ア国」）は、Caucasus 山脈の麓、Armenia 高地に位置し、国土面積 29,743km²、人口 300 万人（2013 年国連人口基金）を有する国である。北にグルジア、東にアゼルバイジャン、南にイラン、西にトルコに囲まれた内陸国で、375～4,090m の標高にあり、平均 1,800m である。年間降水量は 600mm 程度であるが、Ararat 平野に位置する首都エレヴァン（標高 1,000m 程度）では 300mm 前後である。

国の中央部の四方を山に囲まれた標高 1,900m に位置するセヴァン湖は、「ア国」の水力発電や Ararat 平野への農業（灌漑）用水としても活用されている重要な水源である。1940 年代に 580 億 m³ あったセヴァン湖の貯水量は、発電と灌漑のための過剰な利用により 1970 年代前半には 330 億 m³ まで激減したことから、「ア国」政府は 1980 年代よりセヴァン湖の取水制限を行うとともに、湖の南に位置する Arpa 川と Vorotan 川から、導水を目的としたトンネル工事が行われ、湖への注水事業が実施されてきた結果、現在 380 億 m³ まで回復しているが、現在も渇水年を除き上限 1.7 億 m³/年の取水制限を続けている。

社会経済的には、1991 年の旧ソ連からの独立直後、不安定な政治や経済状況にも拘わらず、国家政策として自由経済システムに向けて大きな舵を切った。特に大きな政策としては、土地民営化（1991 年）、貿易振興・国内サービスセクター支援（1991-1992 年）、工業化政策（1995 年）、国内通貨の導入（1993 年）、外貨市場や株式市場の設立などであり、国の更なる発展に向けて積極的に施策を実施してきている。主な社会経済指標は表 1-1.1 のとおりである。リーマン・ショックによる GDP 成長率の落ち込みが 2009 年に見られたが、その後は堅調な伸びを見せている。また、産業構造における対 GDP で農業の占める割合が 20%前後で推移しており、農業セクターの重要性が伺える。

表 1-1.1 アルメニア国の主要社会経済指標

指標項目	単位	2002 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年
人口	百万人	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
人口増加率	%	-0.4	-0.3	-0.2	0.0	0.2
出生時平均寿命	歳	72	74	74	74	74
男性成人識字率	%	na	na	na	99.7	na
女性成人識字率	%	na	na	na	99.5	na
失業率	%	27.8	18.7	19.0	18.4	18.5
GNI	USD/人	800	3,180	3,330	3,490	3,720
GDP	百万 USD	2,376	8,648	9,260	10,142	9,951
GDP 成長率	%	13.2	-14.1	2.2	4.7	7.2
産業構造（対 GDP 比）						
1) 農業	%	26.0	18.9	19.2	22.7	21.6
2) 工業	%	39.0	35.8	36.9	33.1	33.2
3) サービス業	%	35.1	45.3	44.0	44.2	45.2
対ドル為替レート	ドラム	573.4	363.3	373.7	372.5	401.8

出所：JICA HP；主要指標一覧（抜粋）

また、図 1-1.1 に示すとおり、「ア国」における全国の就業者人口に対して、農業に従事する人口は 38% を占め、首都エレヴァンや各地方（Marz：全国に 10 地方）の都市部を除く農村部のみに着目すると 73% を占める産業となっている（2012 年時点）。

また、国土の耕作可能面積は約 22%（650 万 ha）であり、その内 210 万 ha が農業用地に分類され、毎年 13 万 ha 程度で灌漑が行われている（出所：Statistic Year book of Armenia, 2013）。

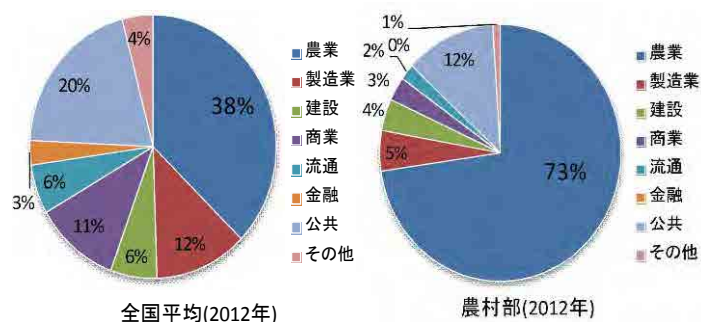


図 1-1.1 全国、農村部におけるセクター別就業人口の割合
（出所：Statistical Yearbook of Armenia 2013）

1-1-2 アルメニア国の開発計画

「ア国」の農業灌漑セクターに関連する主な開発計画として、1)アルメニア開発戦略（Armenia Development Strategy for 2014-2025, March 2014：ADS）、2)持続可能な農業開発戦略（2010-2020 Sustainable Agricultural Development Strategy of the RA：SADS）、および 3)統合水資源管理に向けて（Towards Integrated Water Resources Management: Revisited, June 2014：TIWRM, WB）が挙げられる。

ADS は、2008 年に策定された持続的発展プログラム（Sustainable Development Program for 2008-2021：SDP）に基づいて策定されたもので、2008 年のリーマン・ショック（Lehman Shock）後の GDP のマイナス成長を考慮した見直しが 2012 年に行われ、その後目標値が一部修正され 2014 年に最終化されている。ADS では 1)雇用拡大、2)人的資本開発、3)社会保護制度の拡大、4)公的機関とガバナンスの近代化、を優先課題に挙げ、「持続的な雇用促進」を実現しようとしている。また、農業農村に対する開発ビジョンとして、以下を掲げている。

- 1) 技術集約による市場インフラの改善、商業ベースとした農業組織、協同組合および家族経営の統合開発
- 2) 競争力の高い輸出志向型農作物および農産加工品のバランスを考慮した、需要に見合った食糧安全保障の安定化
- 3) 農業サービスおよび訓練強化を通じた、非農業労働力を活用した労働生産性の効率化による食糧増産
- 4) 中小企業（SMEs）を活用した農産加工業の促進
- 5) 高付加価値農作物の割合向上と畜産業の内部構造の改善
- 6) 主食の自給率向上と地方の貧困緩和

農業戦略について、SADS では市場志向型農業、持続可能な食糧増産、畜産振興、等をビジョンとしていること、また 1)農産工業化の促進（付加価値化）、2)食料安全保障の向上、3)輸出志向型農産物振興のための条件整備、が開発目標に挙げられている（本報告書「第 2 章 2-3 農業セクター」で詳述）。さらに、同開発目標を達成するには、農業インフラ整備を重要課題と位置づけ、1)灌漑システムの整備、2)維持管理体制の強化、3)水利組合の設立支援、4)ポンプから重力灌漑への転換、等を具体的支援策としている。

灌漑戦略について、ADS においては多くの記載はなく、1)GDP の 0.3% を灌漑開発投資に充てること、2)灌漑農地の拡大および既存地区の灌漑効率の向上、3)水利組合（WUA）の支援拡充による

水利費徴収率の向上、4) 構築済みである参加型水管理への更なる支援、等が掲げられているのみである。それを補完する形で、2014年WBの支援により、TIWRMが策定されている。

TIWRM (2014)は、WBの支援により2002年に初版が策定され、その後の水資源環境の変化を考慮の上、2014年に見直しされたもので、開発計画ではないものの各関連省庁からデータ/情報を入手し取りまとめられており、「ア国」の灌漑現況を踏まえた将来の水資源、灌漑戦略の展望を示唆するものになっている。内容として、1)統合水資源管理診断、2)IWRM 過去10年の変遷、3)IWRMの緊急課題、4)ドナー国、国際機関による支援、5)結論と提言で構成されている（本報告書「第2章 2-4 灌漑セクター」で詳述）。

1-1-3 我が国の援助方針

援助の基本方針として、ADSの中で掲げられている「持続的な雇用促進」の実現に貢献すべく、「均衡の取れた持続的な経済成長の達成」を基本方針に、重点分野として1)経済発展のための制度・インフラの整備と地域開発、および2)防災対策の強化を行うこととしている。また、「ア国」においては、我が国の他、米国、ドイツ、フランス等の各国、WB、IMF、ADBなどの国際機関も支援を行っているため、対象分野や地域の重複を避け、効率的・効果的に支援を行う観点から、ドナー間で情報共有を行い、相乗効果を発揮することに留意をしている。なお、2012年までの我が国の対アルメニアの協力実績は以下のとおりである（外務省HP）。

- 1) 有償資金協力（ENベース）： 318.08 億円
- 2) 無償資金協力（ENベース）： 66.51 億円
- 3) 技術協力（JICA実績）： 29.23 億円

1-2 調査の経緯・目的

「ア国」政府はドイツ（KfW）およびフランス（AFD）に対して、各々Shirak MarzのKaps灌漑地区、Ararat MarzのVedi灌漑地区の事業化にかかる要請を行い、2014年9月時点でF/Sの取りまとめの最終段階に入っている。我が国は、Kotayk MarzのYeghvardにある灌漑施設の再整備について、2012年に有償資金協力の要請を受領した。この要請に応え、2014年2月にJICAはコンタクトミッションを派遣し、現地視察を行った結果、旧ソ連下に228百万m³で計画された貯水池の堤体部分が1980年初期に着工されたものの、資金不足から1985年に中断し、独立の混乱を経て現在に至っていることが明らかになった。なお、同貯水池規模は1999年に見直しが行われており、現在の貯水容量は90百万m³で計画されている。

JICAは、「ア国」政府関連機関と協議を行った結果、中断した堤体の再利用の是非、計画貯水池周辺の地質・水理地質、水文情報、営農現状、灌漑対象範囲、ならびに計画貯水量の妥当性を検証する必要があると判断した。本調査では「ア国」の農業・灌漑セクターの現状分析を行うとともに、Yeghvard灌漑事業に関して、日本の有償資金協力による実施の可能性について、情報収集を実施した。

1-3 調査内容

本調査では以下の項目について、「ア国」の農業灌漑セクターおよびYeghvard灌漑整備事業に関連する情報の収集および確認調査を実施した。

- 1) 開発戦略、政策に関する情報
- 2) 国際水利権、河川協定に関する情報

- 3) 他ドナー、国際機関の援助活動に関する情報
- 4) 水文・気象、水資源情報
- 5) 営農・農業生産、農産物輸出入、研究・普及機関に関する情報
- 6) 人口、土地・土地制度、農民組織に関する情報（農家調査、WUA ワークショップ含む）
- 7) Yeghvard 地区既存灌漑施設および計画灌漑面積に関する情報
- 8) 地質・水理地質情報（旧ソ連時代 F/S レポートの検証含む）
- 9) Yeghvard 既存堤体および貯水池池敷に関する情報（現地再委託による物性値調査含む）
- 10) 貯水池設計、耐震設計、貯水池建設関連法規に関する情報
- 11) 借款事業、環境社会配慮手続きに関する情報、など

1-4 調査団員および現地調査期間

本業務の調査団は下記の団員により構成された。

表 1-4.1 調査団員の構成および現地調査期間

担当分野	氏名	現地調査期間	職位
1. 総括（官団員）	山田 哲也	2014年11月3日～11月4日	独立行政法人 国際協力機構 東・中央アジア部
2. 協力企画（官団員）	安達 裕章	2014年6月18日～6月21日 2014年11月3日～11月5日	同上
3. 総括/灌漑事業計画	津村 和光	2014年6月16日～7月2日 2014年7月24日～8月29日 2014年11月1日～11月7日	株式会社三祐コンサルタンツ
4. 副総括/灌漑事業計画/自然条件調査（水文・気象・水資源）	荒川 英孝	2014年6月16日～8月29日 2014年11月1日～11月7日	同上
5. 農業開発計画	吉野 治伸	2014年6月16日～8月29日 2014年11月1日～11月7日	同上
6. 自然条件調査（ダム基礎地盤、地下水）	川崎 良一	2014年6月28日～8月11日	同上
7. 自然条件調査（土質、盛土材）	日置 晴夫	2014年6月28日～8月11日 2014年11月1日～11月7日	同上
8. 耐震設計/業務調整	中川 透	2014年8月5日～8月29日	同上

第2章 アルメニア国の農業灌漑セクターの現状と課題

2-1 アルメニア国関連省庁

「ア国」の行政は、図 2-1.1 に示すとおり 18 の省からなり、本調査の実施機関である水資源経済委員会（State Committee of Water Economy : SCWE）は領土管理省（Ministry of Territorial Administration）傘下にある。同委員会は、1) State Agencies of the System および 2) Organizations of the System で構成され、1)は灌漑開発の事業化および設計・施工を所轄し、セヴァン湖の貯水容量の回復を目的として 1980 年代に建設された Arpa-Sevan トンネルの改修事業も担当している。2)は建設後の灌漑、給水および下水システムの運用において、8 つの水供給公社（Water Supply Agency : WSA）を統括している。8 つの WSA の内、a) Sevan-Hrazdan Jrar CJSC（Closed Joint Stock Company）および b) Akhuryan-Araks Jrar CJSC が灌漑システムの運用・維持管理を行っており、水利費を徴収している。その他は、給水および下水システムの運用を行っている。

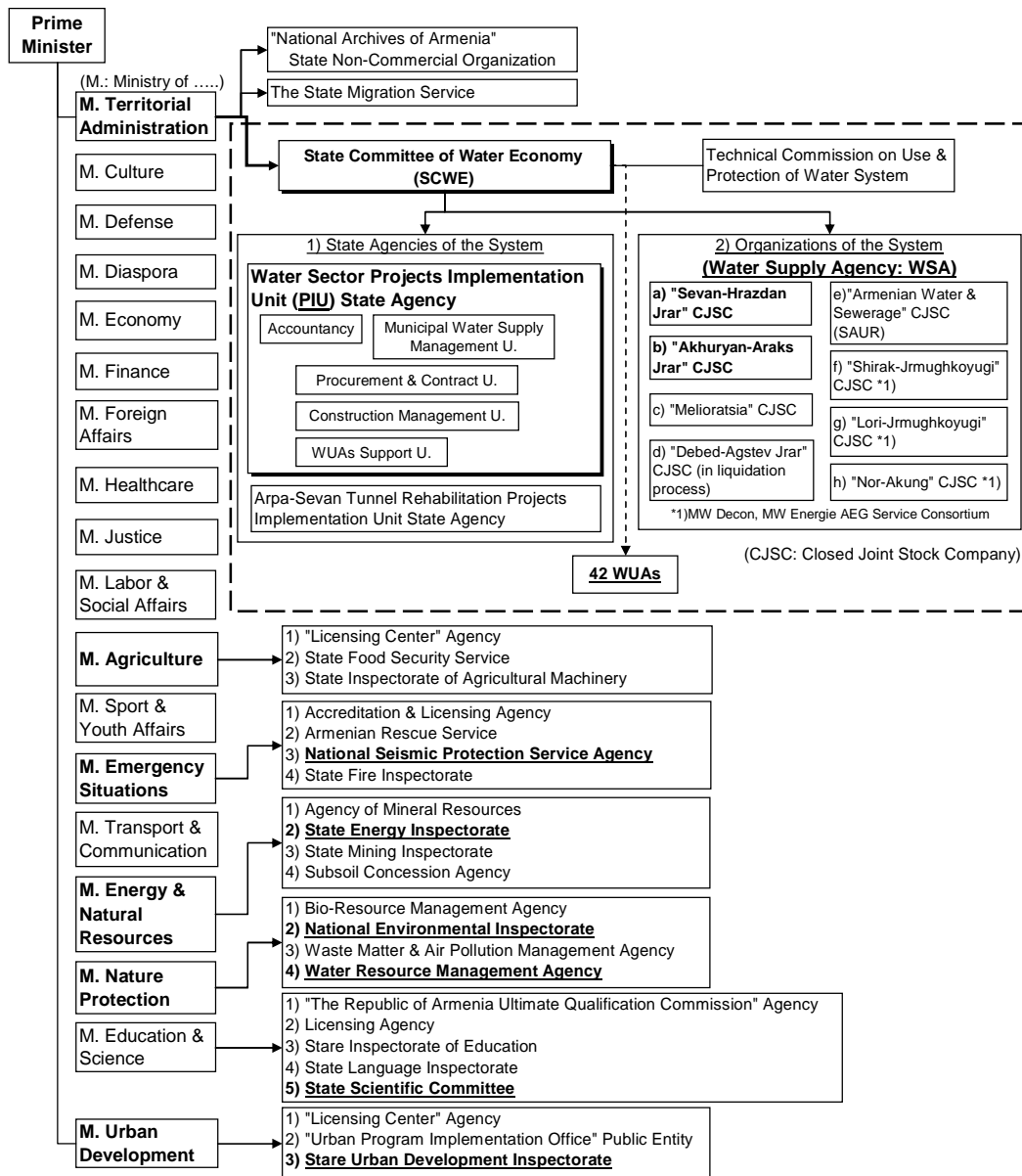


図 2-1.1 アルメニア国の行政機関

本調査の担当機関であり、また Yeghvard 灌漑事業の実施責任機関である Water Sector Projects Implementation Unit (PIU) State Agency は、上述 1) State Agencies of the System 内にあり、技術者 16 名、事務 10 名、WUA 支援チーム 13 名、その他 2 名、計 41 名を要している。Yeghvard 事業の他に、現在ドイツ (KfW) による Kaps 事業ならびにフランス (AFD) による Vedi 事業の F/S 調査内容の審査も進めている。PIU の主な職務範囲は事業実施にかかる行為であり、具体的には、1) 事業実施に必要な作業スケジュールの作成、事業費積算、入札図書の作成、入札および入札評価、2) 建設、機材、コンサルタントを含むサービスの調達、3) 工事契約書の作成、契約行為、4) 工事管理、モニタリングなど、である。

本調査に関連する省庁として、1) 農業開発政策の策定、営農普及支援、研究・教育機関などを担当する農業省 (Ministry of Agriculture)、2) ダムの決壊等の非常時に人的・社会的被害の観点から既設ダムの評価を実施している非常事態省 (Ministry of Emergency Situations)、3) 建築、ダムを含む構造物の耐震設計にかかる基準書を改定中である都市開発省 (Ministry of Urban Development)、4) 事業化の際、環境社会アセスメントを審査する自然保護省 (Ministry of Nature Protection) が挙げられる。

その他、教育科学省 (Ministry of Education and Science) が、多岐に亘る技術分野の協会 (Institute) を所管している。これら Institute は旧ソ連時代の共産体制下においては、政府組織であったものが 1991 年の独立後に財団化され、営利団体となっている。本調査に関連する Institute として、1) 旧ソ連下で Yeghvard 灌漑事業 (貯水容量：228MCM) の F/S 調査、その後の計画・設計や広く灌漑事業に携っている ArmvodProekt (Project) Institute、2) 1999 年に Yeghvard F/S 調査の見直し (貯水容量：90MCM) を行った Hayrnakhagits (Water design) Institute、3) Yeghvard F/S 調査時に地質調査を実施し、「ア国」広域の水理・地質関連情報を有している Institute of Geological Science、4) 地震関連研究機関であり、耐震設計も手がけている Institute of Geophysics and Engineering Science (Spitak 地震発生地近くの「ア国」第二の都市 Gyumri に所在) がある。

表 2-1.1 に「ア国」の政府予算の推移を示す。2014 年度の予算は、3 千億円 (3,040 百万 USD) 規模を示し、5 年前の 2009 年と比較し 32% 増となり、毎年堅調な伸びを見せている。分野別には、今年度 (2014 年) 社会支援 (Social advocacy) に 29% 近くを費やし、次いで公共サービス (Public services) の 17.5% である。なお、農業分野では約 17 億円 (17.01 百万 USD) が 2014 年度予算に計上されている (出所：「ア国」農業省 Website)。

表 2-1.1 アルメニア国政府予算の推移

Sector	Year	1USD= 410 AMD 単位: USD						Percent In 2014
		2009	2010	2011	2012	2013	2014	
1. Public services		300	341	374	403	510	532	17.5%
2. Defense		365	331	357	377	446	473	15.6%
3. Safety and legal cooperation		157	138	148	150	177	201	6.6%
4. Economic relations		251	276	237	278	320	264	8.7%
5. Environmental advocacy		16	15	22	13	13	11	0.4%
6. Housing construction and municipal services		45	113	118	48	63	65	2.2%
7. Health		161	135	152	159	176	197	6.5%
8. Leisure, Culture and Religion		48	40	44	55	44	51	1.7%
9. Education		310	244	264	257	264	312	10.3%
10. Social advocacy		616	596	663	749	743	883	28.9%
11. Other		37	53	63	58	55	49	1.6%
Total		2,306	2,282	2,442	2,547	2,811	3,040	100.0%
(Increased rate based on 2009)	(Base)		(0.99)	(1.06)	(1.10)	(1.22)	(1.32)	

出所：Government of Armenia (Website)

2-2 自然条件

2-2-1 地勢・地形

「ア国」は Caucasus 地方に位置し、平均標高は 1,800m で山々が連なる国である。標高 1,000～2,500m の地域が全体の 77% を占め、最も標高の高い山は Aragats 山の 4,095m である。地形は、高地、台地、溪谷、低地と多彩である。「ア国」の流域は、南西の Araks 流域と北東の Kura 流域の二つに大きく区分できる。Ararat 平野の低平地には肥沃な土壌が広がるが、標高の高い山間部には肥沃な土壌は少ない。農業は地形に大きく影響を受け、大半の耕作地は標高 600～2,500m に分布している。

2-2-2 水文・気象、水資源

「ア国」は、大陸性の高地気候であり、夏は暑く、冬は寒い。山地が連なる複雑な地形なため、乾燥亜熱帯性気候から高山系気候まで幅広く、全部で 6 つの気候帯がある。年間の平均気温は 5.5℃、夏の気候は温暖で 7 月の平均気温は 16～17℃程度であるが、Ararat 平野では 24～26℃ぐらいである。冬の気候は極めて寒く、冬の平均気温はおおよそ -7℃ である。年間の平均降水量は、約 600mm である。最大の降水量は、山間部で 1,000mm を超えるが、Ararat 平野のような乾燥地域では 200～250mm 程度しかない。年間の平均蒸発量は 350mm である。

「ア国」の主たる流域は、Araks 流域と Kura 流域の二つであり、Araks 流域が 76%、Kura 流域が 24% を占める。この流域は、全部で 14 の副流域から構成されており、5 つの流域管理グループに分けられる。この 5 つの流域管理グループとは、Akhuryan、Northern、Sevan-Hrazdan、Ararat、Southern である。「ア国」には河川や溪流が合計で約 9,500 あり、総延長で約 23,000km である。延長 100km を超える主要河川は 7 つある。これらは、Akhuryan、Debet、Vorotan、Hrazdan、Aghstev、Arpa、Metsamor-Kasakh である。「ア国」の河川は、山間部の地形形状に沿って流れる典型的な河川であり、季節の流量変動が顕著である。河川は、春先の融雪期に洪水をもたらし、夏場は小流量な状況となる。夏場の小流量時は、融雪期の最大流量に比べて 1/10 程度と極めて小さい。

「ア国」には、100 以上の湖がある。湖の中でもセヴァン湖と Arpi 湖は、大きさや経済的な面で最も重要である。Hrazdan 川はセヴァン湖、Akhuryan 川は Arpi 湖を起源とする。セヴァン湖は「ア国」の中心部に位置し標高で約 1,900m あり、世界の中で標高の高い湖のうちの一つである。セヴァン湖は、「ア国」において最も重要な湖であり、灌漑、水力発電、レクリエーションの複合的な利用目的を持つ。セヴァン湖からの流出先は Hrazdan 川であり、灌漑と Sevan-Hrazdan 水力発電カスケード利用のために、流出は完全にコントロールされている。セヴァン湖に続いて重要な湖が Arpi 湖である。これは、西部の Ashotsk 低地 (depression) にあり、標高で 2,020m にある。ドイツの Kfw が支援している Kaps ダムは、Arpi 湖を水源とする。

2-3 農業セクター

2-3-1 国家経済における農業セクターの位置付け

「ア国」GDP における農業部門の割合は、近年約 20% で推移しており、サービス部門に次ぐ第 2 位の位置付けにある。年間成長率は部門間で最大値を記録しており、近年の農業部門の順調さが伺える (表 2-3.1 参照)。「ア国」農業は、1988 年の Spitak 地震被害、ソ連末期の構成共和国間分業体制の麻痺等の事情により 1988～90 年に総生産は 28% 減少していたが、1993 年以降順調な回復傾向を示している。独立後の経済改革、特に徹底した土地改革が行われたことが、当初は多

少の混乱を引き起こしたものの、今日の順調な農業発展の基礎を築いたと考えられている。

表 2-3.1 産業セクター別 GDP (2011-2013 年)

Sector	2011 (Actual)	2012(Actual)	2013(Prelim.)
GDP (billion Dram)			
Industry	647.8	687.5	741.6
Agriculture	767.9	764.0	818.8
Construction	491.1	489.0	438.5
Services	1,458.9	1,599.0	1,761.7
Net indirect taxes	412.3	458.1	506.3
Total	3,777.9	3,997.6	4,266.8
GDP (%)			
Industry	17.1	17.2	17.4
Agriculture	20.3	19.1	19.2
Construction	13.0	12.2	10.3
Services	38.6	40.0	41.3
Net indirect taxes	10.9	11.5	11.9
Total	100.0	100.0	100.0
Growth rate (%)			
Industry	13.6	7.0	4.9
Agriculture	14.0	9.5	8.1
Construction	-12.2	3.3	-11.2
Services	4.7	6.5	5.3
Net indirect taxes	3.8	9.9	2.9
Total	4.7	7.2	3.5

出所：Armenia Development Strategy 2014-25, RA Government

旧ソ連経済の中で「ア国」は工業国(当時の工業部門 GDP 比は 44.5%)の役割を果たしていた。独立後の混乱期に経済の農業回帰が図られた結果、農業生産が回復基調に転じた 1993 年には、農業部門が GDP の 46.3%を占めるに至ったが、今日の農業部門の GDP 比は当時の半分に低下している。これは農業部門の停滞というより、他の経済部門がより順調な回復・発展を遂げているためと考えられる。現在の「ア国」農業を俯瞰すると、独立前後の混乱期を乗り切るための食糧自給的色彩の強い農業構造に終止符を打ち、旧ソ連時代のような、野菜、果樹、工芸作物、畜産等を取り入れた、高度に産業化した農業へ回帰する新たなステージに突入した状況と理解される。

2-3-2 農業開発計画

「ア国」政府は持続可能な農業開発戦略(2010-2020 Sustainable Agricultural Development Strategy of the RA: SADS)を発表しており、この戦略に基づいて現在の農業開発政策を実施している。SADS では、農業全体の生産性を向上させ、農産物の付加価値を高めると共に、それらを国内市場と国外市場へバランス良く供給することで、国民の食料安全保障を向上させると共に、農産物の輸出を促進すること(輸出量の 3.5 倍増)をうたっている。以下 SADS について説明する。

1) ビジョン (2020 年時)

- 持続可能で競争力のある農業
- 組織だった、高い競争力のある市場志向型農業生産
- 国民と加工業への持続的な食料/原料の供給
- 労働生産性の向上による農業総生産の増大
- 農村部における中小企業(SMEs)の発展
- 作物生産と畜産の内部構造改善の実現
- 農業ポテンシャル(特に農地)の活用改善
- 国民の食料安全保障の向上

2) 主要ゴール

- 農産工業化の促進（付加価値化）
- 食料安全保障の向上
- 輸出志向型農産物振興のための条件整備

3) 主要農産品生産目標

SADS では全ての主要品目において、2007年レベルからの増産が目標とされているが（表 2-3.2 参照）、果樹（ブドウ含む）、小型家畜/家禽の増産が特に重視されている。果樹は農産物輸出の牽引役が期待されており、小型家畜/家禽は輸入代替に加えてヒツジの輸出拡大が目指されている。また、飼料作物の栽培面積の急激な拡大が目標とされているが、これは畜産振興に伴う飼料需要の増加に対応したものと考えられる。

表 2-3.2 SADS 予想作物生産（2007-2020年）

Crop/Livestock	Planted Area(ha)/Heads (x 1,000)			Production (x 1,000 ton)		
	2007	2020	±(%)	2007	2020	±(%)
Cereals	176.2	190.0	107.8	452.5	662.5	147.0
Potatoes	31.6	30.0	94.9	583.9	750.0	128.4
Vegetables/Melons	31.5	31.0	98.4	1,051.6	1,357.5	129.1
Forage crops	65.0	155.0	238.5	—	—	—
Industrial crops	1.6	15.0	937.5	—	—	—
Fruits/Grapes	53.9	86.2	159.9	479.1	1,037.5	216.6
Cattle/Beef	629.1	667.0	106.0	78.6	97.0	123.4
Cows/Milk	310.6	328.5	105.8	598.9	850.5	142.0
Pigs/Pork	86.7	210.0	242.2	20.4	24.0	117.6
Sheep & Goats/Mutton	637.1	1,550.0	243.3	15.5	46.5	300.0
Sheep & Goats/Milk	—	—	—	42.3	123.7	292.4
Sheep & Goats/Wool	—	—	—	1.277	3.560	278.8
Poultry/Meat	4,018.2	8,000.0	199.1	7.8	16.0	205.1
Poultry/Egg	—	—	—	545.4 mil. pcs	750.0 mil. pcs	137.5

出所: 2010-2020 Sustainable Agricultural Development Strategy of the RA

4) 地域別振興戦略

SADS では Marz 別の農業振興戦略も明記されており、Yeghvard 灌漑整備事業地が位置する、Aragatsusotn、Amarvir、Kotayk の各 Marz の開発戦略は表 2-3.3 に示すとおりである。

表 2-3.3 関係 Marz の農業振興戦略

Marz	現状	将来展望
Aragatsusotn	ウシ（乳牛、肉牛）飼育、ジャガイモ、果樹栽培、穀物生産	ウシ（乳牛、肉牛）飼育、果樹、ジャガイモ栽培、ヒツジ飼育、飼料作物栽培
Amarvir	野菜、穀物、ブドウ栽培、ウシ（肉牛、乳牛）飼育、ジャガイモ、果樹栽培	ブドウ、野菜、果樹栽培、ウシ（乳牛）飼育、早生ジャガイモ栽培
Kotayk	ウシ（肉牛、乳牛）飼育、野菜、ジャガイモ、穀物、果樹栽培	ウシ（肉牛、乳牛）飼育、養鶏、果樹、穀物、野菜、飼料作物生産

出所: 2010-2020 Sustainable Agricultural Development Strategy of the RA

Aragatsusotn Marz では畜産振興（飼料作物増産含む）が主要戦略となっており、それに果樹とジャガイモを組み合わせた営農が目指されている。Amarvir Marz においては、現在の主要農産物である野菜、ブドウ、その他果樹を振興して、それらの産地化をより強固にすると共に、酪農と早生ジャガイモの振興を行うことが目指されている。Kotayk Marz では養鶏も含めた畜産の強化（飼料作物増産含む）と共に、穀物、野菜、果樹も組み合わせた農業の多角化が目指されている。

2-3-3 土地利用と農地面積

「ア国」の国土面積は 2,974.3 千 ha (29.7 千 km²) であるが、その内、農業用地 (Agricultural land) に分類されているのは約 2,100 千 ha (全体の約 70%) である。一方で、農業用地の大半は丘陵地を中心に広がる、草地 (放牧地) や牧草地 (牧草刈取り地) が占めており、実際に作物栽培が可能な土地は約 500 千 ha (Arable land と Perennial crops land) に限られる。近年、農業用地面積は僅かながら減少する傾向にあるが、草地や牧草地の減少の影響が大きい。Appendix C-1 に、「ア国」の 2008～14 年の土地利用の変遷を示す。

2-3-4 人口動態と農業就業人口

「ア国」の人口は 1990 年代から減少傾向が続いていると報告されており (1991 年当時の人口は 345 万人との報告もある)、現在も「ア国」の人口は僅かながら毎年減少していると見られる。これは①海外移住者の超過、②出生率の低下、③死亡率の増加の複合的要因による結果と考えられている。

農業就業人口は近年急激に減少傾向にあるとはいえ、依然、全就業人口の約 40% を占め、経済セクターの中では一番の就業人口を擁している (表 2-3.4 参照)。

表 2-3.4 産業別就業人口 (2008-2012 年)

Economic Sector	2008	2009	2010	2011	2012
Working Labors (thousand)					
Agriculture & forestry	493.5	496.5	457.4	457.4	437.2
Industry	127.6	115.1	120.7	128.8	138.4
Construction	60.4	49.5	85.8	67.4	69.1
Trade & public catering	125.6	116.7	128.4	123.9	129.9
Transport & communication	51.6	53.8	70.6	65.8	73.9
Other services	258.9	257.8	322.3	331.8	324.3
Total	1,117.6	1,089.4	1,185.2	1,175.1	1,172.8
Working Labors (%)					
Agriculture & forestry	44.2	45.6	38.6	38.9	37.3
Industry	11.4	10.6	10.2	11.0	11.8
Construction	5.4	4.5	7.2	5.7	5.9
Trade & public catering	11.2	10.7	10.8	10.5	11.1
Transport & communication	4.6	4.9	6.0	5.6	6.3
Other services	23.2	23.7	27.2	28.2	27.7
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

出所 : Statistical Yearbook of Armenia, National Statistical Service of RA

農業就業人口は、1988 年に 18 万人であったが、独立後の 1994 年には 50 万人に増加し、2000 年には 57 万人にまでになったことが報告されているが、それ以降は低下傾向に転じ現在に至っている。今後も他産業の成長に伴い、1991 年独立前後の混乱時に俄農家に転じた少なからぬ割合が離農する可能性が考えられ、農業就業人口は減少を続ける可能性が高いと考えられる。それに伴い、農地の集約化がある程度進展する可能性があるが、それには農地保全対策と共に適正な農地の流動性が担保される必要があり、今後の政府の土地政策が大きく影響を及ぼすことになる。

2-3-5 土地制度と農家経営規模

1991 年の独立後、「ア国」ではかなり徹底した土地改革が行われた。具体的には、1991 年の「農民経営および集团的農民経営に関する法律」により、家族数に応じて農地が各世帯に分割される (1991 年当時の価格を基準として販売) と共に、個人の完全な所有権が認められた (ただし、外国人の所有権は認められていない)。1994 年以降は農地の売買も可能となった。これによって、

旧ソ連時代のコルホーズ、ソホーズが解体され、俄農家も含めた数多くの小規模個人農家が誕生した。なお、放牧地は原則個人に分割されないまま、国有地、公有地として現在に至っている。

2001年7月4日付の国土法規約（Land Code of the Republic of Armenia）では、上記のような農地も含めた個人の土地に対する諸権利（所有権、相続権、担保権、貸借権等）の保全と共に、政府による土地区分・規制制度が明示され、公共の利益のため、土地の特性に基づき、個人の土地利用に一定の歯止めが掛けられることが明示されている。

土地改革の結果出現した農民経営は極めて零細なもので（平均1haとの報告もある）、その影響による農業生産の効率性の低下は「ア国」農業が抱える問題のひとつである。とはいえ、本調査団が行った農家調査結果によると、ほとんどの農家が、夫婦に加え成人した子息が農地所有権を分散して保有している実態があり（平均3.7名/農家）、農地の貸借も頻繁に行われている。地権者一人当たりの農地はかなり細分化しているものの、農家単位で見た場合、一般に理解されているより経営規模は大きい実態にあるものと推測される。

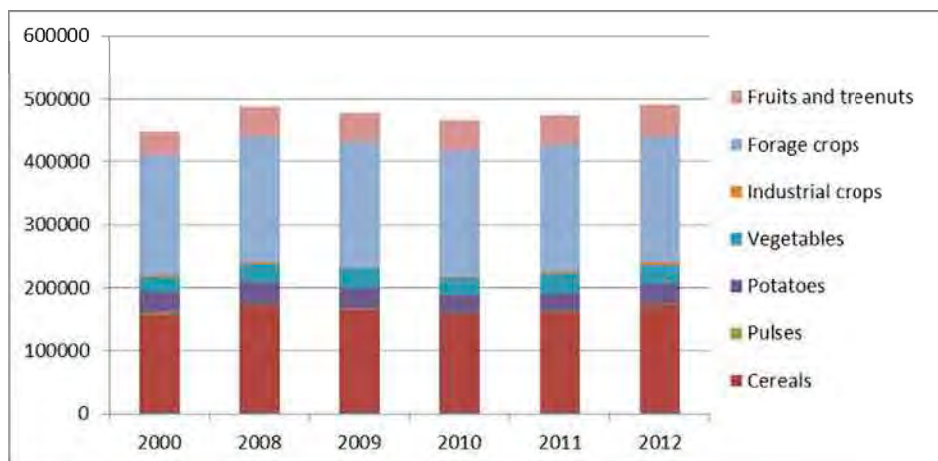
Appendix C-3 に「ア国」農業省がまとめた2006年1月現在のMarz別農家数と農地面積を示す。

2-3-6 農業生産

1) 作物生産

a. 作物別概況

2000年および2008～2012年の、「ア国」の主要作物の栽培状況（収穫面積、生産量、単位面積収量）をAppendix C-4～C-6に示す。近年の「ア国」における主要作物の収穫面積は、概ね470～490千haで推移している。収穫面積が多いのは穀類と飼料作物で、この2つで全収穫面積の約3/4を占めている（図2-3.1参照）。



出所：The JICA Study Team (based on FAOSTAT)

図 2-3.1 2000年と2008-2012年の作物別収穫面積 (ha)

2000年当時との比較で、主要作物の収穫面積は10%増加しているが、増化率が大きいのは野菜、果樹、工業作物（テンサイ）である。一方、豆類、ジャガイモの収穫面積は低下傾向を示している（表2-3.5参照）。

表 2-3.5 作物別収穫面積指数 (100=2000 年)

Crop Group	2000	2008	2009	2010	2011	2012
Cereals	100	109	105	99	101	109
Pulses	100	109	101	93	96	99
Potatoes	100	100	94	83	84	91
Vegetables	100	127	128	119	131	129
Industrial crops	100	84	35	82	163	181
Forage crops	100	105	105	105	105	105
Fruits and tree-nuts	100	127	128	131	130	139
Total	100	109	107	104	106	110

出所：The JICA Study Team (based on FAOSTAT)

いくつかの報告書では、国内農業生産の約 80%は灌漑地で生産されているとの記述もあり、灌漑は「ア国」農業を支えるインフラである。「ア国」の灌漑面積は約 13 万 ha であり、主要作物の 1/4 強が灌漑地で栽培されている計算になる。比較的降雨条件に恵まれている地域では、穀物や飼料作物は天水栽培されることが多いが、他の作物はほぼ 100%灌漑地で栽培されている。Appendix C-7 に示すように、各年の灌漑水供給量と主要作物の収穫面積の間には正の相関が見られる。

作物別概況からは、近年の農業構造が独立前の構造に回帰する傾向を強めていることが明らかである。旧ソ連時代の「ア国」農業は、その気象条件をいかして野菜、果物、ブドウ生産への専門化が進み、これらの多くは他の旧ソ連地域に供給されていた。一方、穀物を中心とする農産物・食料品が他の地域から供給され、他共和国から供給される飼料穀物・配合飼料を利用して畜産の振興にも力が注がれていた。現在の「ア国」の作物生産動向は、まさに以上の説明にある農業構造を回復しようとする動きが活発化していると考えられる。

b. 地域別概況

ここでは、Marz 別のデータが明らかになっている、「ア国」農業省のデータに基づき検討を行う (Appendix C-8 参照)。

主食であるコムギを中心とした穀物栽培は全国的に行われているが、Gegharkunik、Shirak の両 Marz の栽培面積が比較的多く、これらが「ア国」の穀倉地帯を形成している。両 Marz ではジャガイモ、飼料作物の栽培も多いことから、主要食糧生産と畜産を組み合わせた営農が盛んである。一方、野菜 (メロン含む)、果樹 (ブドウ含む) の栽培は、Ararat、Armavir (所謂、Ararat 平原) に集中しており、両 Marz が野菜、果樹の産地を形成している。Ararat 平原は、年間降水量は少ないものの日照に恵まれ、気温も他地域より若干高めであることから、野菜、果樹の産地化は、この気候条件を最大限活用したものである。Ararat、Armavir の両 Marz の農家 1 軒あたりの経営規模は全国最低レベルであるが、換金性の高い野菜、果樹の栽培によって、他地域より比較的豊かな農家が多く存在している。この地域の農家は、野菜の温室栽培やドリップ灌漑等の新たな農業技術の導入にも積極的に取り組んでおり、「ア国」の農業先進地域となっている。そのためか、野菜、果樹に限らず全ての作物において、両 Marz は全国有数の高い収量を記録している (Ararat 平原では、灌漑が作物栽培のほぼ必須条件であるため、天水栽培がほとんど行われていないことも理由)。

このように、「ア国」農業は地域的な特徴を有しているが、このような特徴は旧ソ連時代に確立されたと思われる。旧ソ連時代には連邦全体で分業体制が整備されたわけであるが、農業においては適地適作の原則に基づき、比較的合理的な地域毎の生産分業が確立されたものと考えられる。

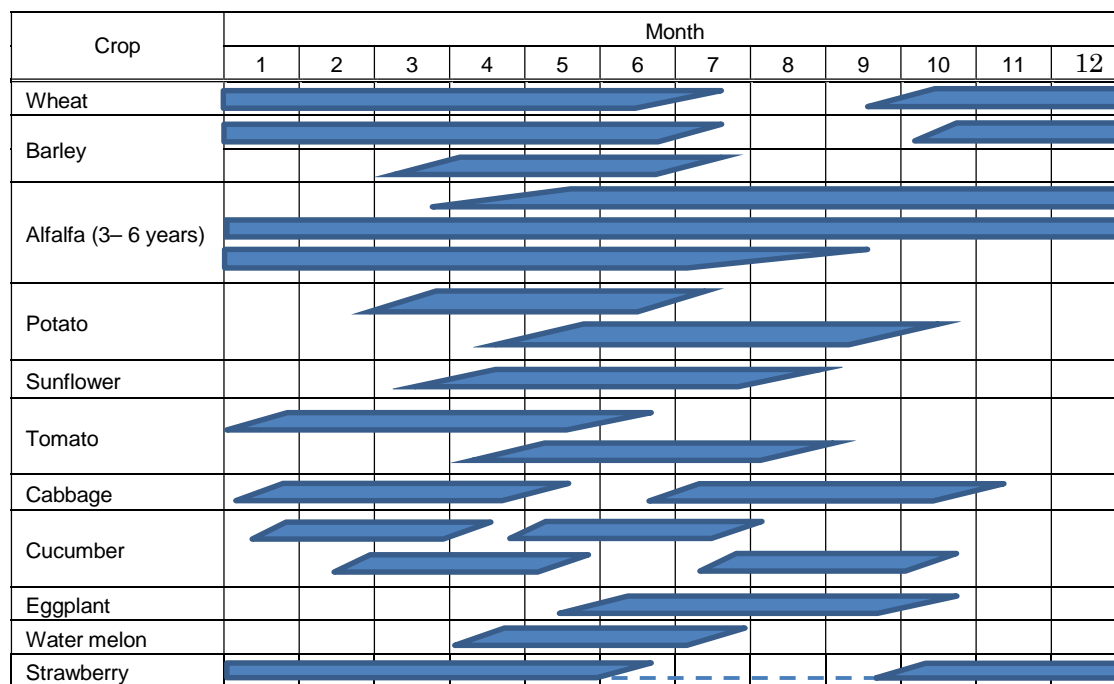
2) 畜産

Appendix C-9～C-17 に、Marz 別の主要家畜の飼育頭数と食肉、牛乳、鶏卵の生産量を示す。

肉牛、乳牛の飼育頭数は順調に増加しており、2013 年には肉牛が約 67.8 万頭、乳牛が約 31.0 万頭にまで増加している。肉牛、乳牛共に飼育頭数が多いのは、Gegharkunik、Shirak、Aragatsotn、Lori の各 Marz であり、これら Marz は穀物、ジャガイモ、飼料作物生産の盛んな地域でもある。ヒツジ/ヤギの飼育頭数も順調な伸びを示しており、2013 年には約 71.8 万頭となっている。特に Syunik Marz の伸びが顕著であるが、これは同 Marz がイラン国境に接しており、イラン向けのヒツジの飼育頭数が増加したためと考えられる。ヒツジ/ヤギの飼育頭数が多い Marz は、ウシの飼育頭数が多い Marz である傾向を示すが、Ararat 平原地域 (Ararat、Armavir) はウシの飼育頭数が少ないにもかかわらず、ヒツジ/ヤギの飼育頭数が比較的多い。ブタは、飼育頭数が約 14.0 万頭 (2013 年) と主要家畜の中で一番少ない。近年の家畜類の飼育数は 2010 年に大きく減少した後徐々に回復し、2013 年の飼育数は約 394.4 万羽となっている。地域的には、Armavir と Kotayk の両 Marz での飼育数が突出しているが、2012 年以降 Kotayk Marz での飼育数が急激に減少しており、反対に Armavir Marz での飼育数が急激な増加を示している。

2-3-7 作物栽培暦

「ア国」の主要作物の作期を規定するのは、気温と降水量である。図 2-3.2 に調査団が実施した農家質問表調査で得られた主要作物の作期を示すが、多くの作物の作期は、4～5 月頃に始まり 9～10 月に終わっている。「ア国」では春の訪れと共に降水量が多くなる地域が多いため、この気候条件を利用した作付けが広く行われている。ただし、主食であるコムギは秋まきが主流である。



出所：The JICA Study Team (based on Farm-household Interview Survey)

図 2-3.2 アルメニア国の主要作物栽培暦

降水量に恵まれない「ア国」では、灌漑は安定的な営農の必須条件であるが、それでも比較的降水量に恵まれた山間地域では、要水量の少ない麦類や一部牧草の天水栽培が行われている。穀物栽培と共にウシの飼育が盛んな Gegharkunik、Shirak、Aragatsotn、Lori の各 Marz は、このよう

な条件にある地域が多い。一方、野菜栽培が盛んな Ararat 平原は、平均気温が比較的高く春の訪れが早いものの、降水量が少ないため灌漑は作物栽培に欠かせない条件となっている。1～4 月にも野菜栽培が行われているが、これらは温室やトンネルを利用した栽培である。

2-3-8 食料安全保障

近年の「ア国」の主要食料自給率を表 2-3.6 に示す。国家の食料安全保障的見地に立った適正な食料自給率の定義は非常に難しいが、「ア国」においては、基礎的食料ともいえる穀類、食用油、食肉の自給率が非常に低く、反対に野菜、果樹（ブドウ含む）等の、どちらかといえば食料の脇役にあたる作物の自給率が高いのが特徴である。

表 2-3.6 の中でほぼ自給レベル（95%以上）にあると思われる食品は、ジャガイモ、野菜、果樹、鶏卵、ヒツジ/ヤギ肉である。砂糖の自給率が 2012 年に急激に上昇しているが、これはテンサイの増産と符合しており、国内の加工場が整備された成果と考えられる。ヒツジ/ヤギ肉以外の食肉の中では牛肉の自給率が比較的高く、牛乳の自給率も同様であるが、それらを生産するウシの主要飼料のひとつであるトウモロコシの自給率が極めて低いことから、それらの生産基盤は脆弱であると評価される。

表 2-3.6 主要食料自給率（2010-2013 年）

Food	2010	2011	2012
Wheat	33,5	36,5	32,9
Maize	20,8	26,5	32,6
Potato	100,2	98,2	99,0
Vegetable	98,3	98,2	99,3
Fruit and cherries	79,8	90	96,1
Grape	101,1	101,4	102,6
Legume crops	41,7	47,3	56,0
Vegetable oil	4,1	2,8	9,1
Sugar	24,6	43,9	93,1
Eggs	99,2	94,1	99,5
Milk	87,0	82,9	83,1
Beef	85,1	78,4	81,6
Pork	41,1	43,3	38,3
Sheep and goat meat	100,0	100,0	100,0
Chicken meat	12,4	12,2	19,1

出所：The Ministry of Agriculture, RA

SADS では国民の食料安全保障の向上を大きな柱としているが、以上の状況から、穀類の増産、飼料作物増産による畜産の振興が具体的な施策となることが考えられる。一方で、主要な穀類や飼料作物は国際商品化しているため、農業の経済効率を追求するとなると、安価な輸出品への依存度を大きく減らすことができないのが現実である。SADS のビジョンにもあるように、限られた農地を有効活用して農業の生産性を上げることは、「ア国」農業発展の根本命題であり、食料自給率の向上と農業の経済効率の追求をバランス良く保つ、難しい舵取りが必要とされている。

Appendix C-18 に示すように、2000 年の「ア国」の食料供給量はカロリー換算で約 2,200kcal/日/人であったが、2011 年には約 2,800 kcal/日/人にまで増加しており、国家レベルとしてはほぼ十分なカロリー供給が実現している。カロリー供給量の内訳を見ると、動物性食品からの供給が増え続けているのに対し、植物性食品からの供給は 2006 年をピークとして暫減傾向を示している。近年の総カロリー供給量は安定的に推移しており、今後も当面は動物性食品供給の暫増、植物性食品供給の暫減傾向が続くものの、カロリー全体の供給量に大きな増加はないものと推測される。

2-3-9 農産物輸出入

1) 貿易量

独立以来「ア国」政府は農業を振興し、同国の農業は順調な発展を示してきたが、上述のように多くの農産物の国内生産量は国内需要を満たすまでに至っておらず、現在も多くの農産物を輸入に頼る実態にある。

表 2-3.7 に示す「ア国」の主要輸入農産物の中で、最大量を占めるのはコムギである。コムギは同国では主食に位置づけられるが、国内自給率が低く恒常的な輸入が行われている。コムギは収益性が低いため、限られた農地で国内農業の収益性を高める視点からは、優先度の高い作物とはされてこなかった。SADS で明示されている国民の食料安全保障を高めるためには、コムギの増産はひとつの大きな鍵ではあるが、今後も国内需要の少なからぬ部分を輸入に頼る状況は継続することが予想される。

コムギに次いで輸入量の多いのは砂糖類である。政府はテンサイの増産政策を有しているが、このような状況に対処する政策と思われる。また飼料用穀類（トウモロコシ、オオムギ）と共に食肉類や牛乳の輸入量が比較的多くなっており、これが SADS での飼料作物生産の拡大、畜産振興の背景と考えられる。食肉類の中では、家禽肉（おそらく、鶏肉主体）の輸入量が一番多い。果物の輸入量も比較的目標立つが、これは国内生産できない熱帯性、亜熱帯性果物主体の輸入とみられる。野菜の輸入量は限定的であるが、国内生産がほとんどない冬期（1～3月）を中心に輸入が行われている。

表 2-3.7 農産物輸入量（2007-2011 年）

Food Commodity Import		(x 1000 ton)				
		2007	2008	2009	2010	2011
1	Wheat and products	519	342	390	360	383
2	Barley and products	6	5	7	34	19
3	Maize and products	80	66	48	49	52
4	Rice (Milled Equivalent)	25	14	10	11	9
5	Pulses	6	4	4	7	6
6	Potatoes and products	6	5	1	3	10
7	Tomatoes and products	0	0	0	0	0
8	Onions	6	5	5	8	11
9	Other vegetables	6	7	5	8	7
10	Apples and products	2	3	2	3	4
11	Grapes and products	3	2	4	4	3
12	Other fruits	41	36	31	41	41
13	Beef meet	8	20	14	8	12
14	Pig meat	12	22	16	15	18
15	Mutton & Goat Meat	0	0	0	0	0
16	Poultry Meat	27	37	28	36	38
17	Eggs	0	0	0	1	2
18	Milk - Excluding Butter	37	23	29	29	31
19	Alcoholic Beverages	19	22	13	18	18
20	Sugar & Sweeteners	100	118	75	115	100
21	Vegetable Oils	36	36	38	34	34

出所：FAOSTAT

表 2-3.8 に「ア国」の主要輸出農産物を示す。輸出実績のある品目数が非常に少なく、量も限定的である。輸出品の中では酒類が目立って多いが、これはブドウ加工品であるブランデーが多くを占めると考えられる。ブランデーを中心とした酒類は、「ア国」三大輸出品目の一角を占めており、現在はブドウを中心とした果樹（加工品を含む）以外、「ア国」には見るべき輸出農産物がな

いのが実情である。野菜に関していえば、年による変動はあるものの輸出量は限定的であり、毎年輸入超過の状況が続いている。

表 2-3.8 農産物輸出量 (2007-2011 年)

Food Commodity Export		(x 1000 ton)				
		2007	2008	2009	2010	2011
1	Wheat and products	0	0	0	0	0
2	Barley and products	0	0	0	0	0
3	Maize and products	0	0	0	0	0
4	Rice (Milled Equivalent)	0	0	0	0	0
5	Pulses	0	0	0	0	0
6	Potatoes and products	0	0	1	2	0
7	Tomatoes and products	12	7	2	1	2
8	Onions	0	0	0	0	0
9	Other vegetables	1	1	1	3	3
10	Apples and products	0	4	4	3	4
11	Grapes and products	6	0	4	7	7
12	Other fruits	5	9	12	5	11
13	Beef meet	2	1	0	0	0
14	Pig meat	0	0	0	0	0
15	Mutton & Goat Meat	0	0	0	0	0
16	Poultry Meat	0	0	0	0	0
17	Eggs	0	0	0	0	0
18	Milk - Excluding Butter	5	4	3	4	4
19	Alcoholic Beverages	36	38	23	30	39
20	Sugar & Sweeteners	0	0	0	3	4
21	Vegetable Oils	3	0	0	0	0

出所：FAOSTAT

なお、品目カテゴリー別の農産物の輸出入金額を Appendix C-20 および C-21 に示す。

2) 農産物の市場競争性

SADS の 3 つのゴールのひとつに、“輸出志向型農産物振興のための条件整備”があげられているが、ここでは野菜・果樹の市場競争性に関して、民間流通業者から得た情報を基に検討する。

上記の貿易実績からは、「ア国」産果物はある程度の市場競争力を有するが、野菜に関しては余り市場競争力が高くないことが推測される。民間流通業者によれば、「ア国」産野菜・果樹の輸出先はロシアが圧倒的に多く、他の輸出先もグルジア、ウクライナ、ベラルーシといった CIS 諸国に偏っている（他は不正規輸出も含めて、イラン、トルコの周辺国が多いとの情報もある）。表 2-3.9 に野菜、果物の主な輸出品目とロシア市場での競争相手国を示す。

表 2-3.9 ロシア向けに輸出される野菜・果物と競合国

No.	品目	競合国
1	アーンズ	トルコ、ウズベキスタン
2	サクランボ	イラン、ウズベキスタン、トルコ
3	ブドウ	トルコ、モルドバ、ウズベキスタン
4	モモ	アゼルバイジャン、トルコ、ウズベキスタン
5	リンゴ	イラン、グルジア、ロシア国内産
6	スモモ	ウズベキスタン、セルビア
7	ザクロ	イラン、ウズベキスタン
8	トマト（温室栽培）	トルコ
9	キュウリ（温室栽培）	イラン、トルコ、アゼルバイジャン
10	ジャガイモ（露地栽培）	キルギスタン、ロシア国内産
11	キャベツ（露地栽培）	ロシア国内産
12	ハーブ類	ウズベキスタン、アゼルバイジャン、イスラエル

出所：The JICA Study Team (based on the Market Survey)

輸出先がこれら伝統的な市場に偏っているのは、旧ソ連時代に培った「ア国」産ブランド力（特に果物）がまだ有効であることが一番の理由である。別の見方をすれば、独立後、新たな市場の開拓が十分にできていない現実がある。このように、ロシアに大きく依存した輸出構造は脆弱であり、将来を見据えた場合、新たな市場の開拓が必要である。地政学的にもヨーロッパ市場がその主な対象になると考えられるが、生鮮品のみならず加工品も含めて、ヨーロッパ諸国への本格的輸出を考えた場合、求められる厳しい品質規格や食品衛生（安全・安心）対策、豊富な品揃えへの対応等、取り組むべき課題が山積しており、個人農家から国家まで巻き込んだ、中長期的な取り組みが必要となっている。

2-3-10 農業投入財

1) 農業投入財の利用

調査団が実施した農家聞き取り調査結果（Appendix-A 参照）を基に、「ア国」農家の農業投入財利用状況をまとめたものを表 2-3.10 に示す。家畜用投入財の利用は、人工授精等のように利用が一般的でないものもあるが、作物生産用投入財は、ほとんどが多くの農家に利用されている。

表 2-3.10 農家の農業投入財利用状況

投入財	利用状況
種子（販売）	野菜類、ジャガイモでは購入種子が多く使用されている。コムギ他穀類と飼料作物の種子は、一部が政府の支援策により補助金付きの種子が販売されている
有機肥料	野菜、ジャガイモ、果樹等、比較的収益が見込める作物に多く使用されている
化学肥料	全ての作物に一般的に使用されている。政府支援策により補助金付きの肥料が販売されている
殺菌剤（農薬）	ジャガイモ、野菜、果樹にはほとんどの農家が使用しているが、その他の作物に対しては、農家によってまちまちである
殺虫剤（農薬）	コムギ以外の穀物には使用しないが、それら以外には一般的に使用されている
除草剤（農薬）	殺虫剤ほどではないが、ほとんど全ての作物に対し広く使用されている
農業機械	穀類の栽培に広く使用されているが、他の作物には使用しない農家も多い
人工授精	ほとんどの農家が利用していない
飼料（販売）	販売飼料の利用は、未だ限定的である
予防接種	広く普及しており、家禽以外では利用が一般的である
家畜用薬剤	同上
家畜用ホルモン剤	使用は限定的である

出所：The JICA Study Team (based on the Farm-household Survey)

2) 政府支援プログラム

農業投入財の流通は原則自由化されており、農家は民間の販売業者を通して必要な投入財を購入しているが、一部の種子（穀類と飼料作物）、肥料、農業機械用ディーゼルは、政府の支援策によって、政府の指定する流通業者を通して補助金付きで販売されている。肥料に関しては、国内需用の少なからぬ割合が、この政府支援プログラムでカバーされていると考えられる。また、農業機械の調達・供給にも、これまで政府は大きな役割を果たしてきた。「ア国」の農業投入財の調達・流通に関しては、現在も政府の介入が一定の役割を果たしている。

a. 種子

農家支援のため、コムギ、オオムギ、トウモロコシ、アルファルファ、スウィートクローバーの種子が、政府の支援プログラムによって補助金付きで販売されている。コムギ種子に関しては、輸入した原種を農業省傘下の Seed Agency が一旦国内で増殖して販売している。2013 年の政府支援プログラムによる種子販売量を、Appendix C-22 に示す。

b. 肥料

硝安（窒素肥料）、重過リン酸石灰（リン酸肥料）、塩化カリ（カリ肥料）が政府の補助金付きで農家に販売されている。2014年の一般農家向け販売量を、Appendix C-23に示す。

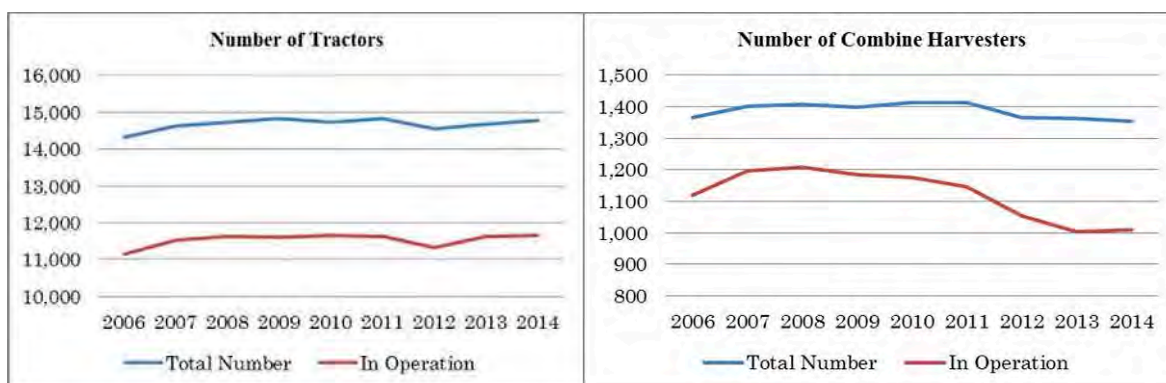
c. トラクター

計算上、現在稼働中のトラクターは約30農家に一台しかないため、必要時に効率的に利用することが難しい農家が数多く存在することが推測されるが、実際に多くの農家が、営農上の問題のひとつとして農業機械の不足をあげている。「ア国」政府はこのような問題に対処するため、日本の2KRを含めた海外援助を積極的に活用しながら、1997～2010年の間農業機械の調達を行ってきた。「ア国」農業省によると、加えて約220台のトラクターが「ア国」政府自身で調達され、これらは有利な条件で農家に販売されている。また、2010～2014年には政府の新たなプログラムによって、467台のトラクターが、全国のMarzに設置されている農業支援センター（Agricultural Support Center）や草地利用者組合（Unions of Pasture Users）に配布される計画である。

3) 農業機械

多くの農家は、穀類の栽培を中心に農業機械を利用しているが、ここでは代表的な農業機械であるトラクターとコンバインを中心にその利用実態を述べる。

図2-3.3に、トラクターとコンバインの全国普及台数及び稼働台数を示す。近年トラクターの普及台数は非常に僅かながら増加する傾向を示しており、2014年で約14,800台を数えるが、稼働可能なトラクターの割合は毎年78～79%で推移しており、実際に稼働している台数は約11,600台である。一方、コンバインの普及台数は暫減傾向にあり、2014年の普及台数は約1,350台となっている。コンバインは稼働可能な機械の割合が近年急激に低下しており、老朽化が深刻な状況にあると考えられる。2014年のコンバインの稼働台数は約1,000台となっている。これらの農業機械は主に個人が所有し、近隣の農家にサービスを提供している。計算上は、現在想定される作業面積に対し、概ね妥当な数の機械が稼働していると思われるが（Appendix C-24参照）、上述のように、多くの農家が農業機械不足を問題と認識している。



出所：The Ministry of Agriculture, RA

図 2-3.3 アルメニア国のトラクター、コンバイン・ハーベスタ稼働台数（2006-2014）年

2-3-11 農産物の流通・加工と農家販売価格

1) 農産物の流通

農家が生産した農産物は、大きく自家消費（贈答、物々交換等含む）と市場流通用に分かれる。表2-3.11に主要農産物がどの程度市場に流通したかを示す。

表 2.3.11 農産物の販売割合

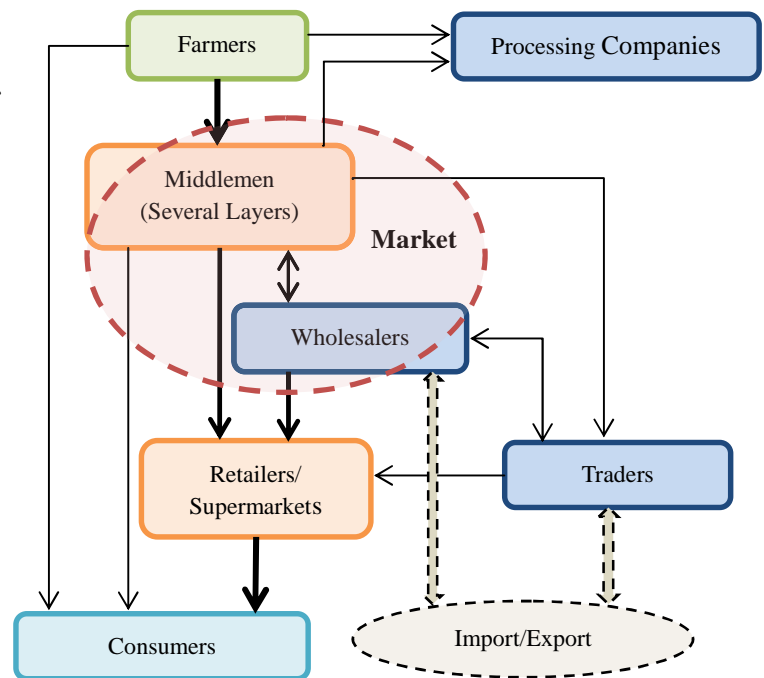
農産物	販売 (%)	自家消費、他 (%)	計 (%)
Cereal and legume crops	21.9	78.1	100
Potato	38.0	62.0	100
Vegetable	71.3	28.7	100
Melons	84.2	15.8	100
Fruit and berries	58.0	42.0	100
Grape	76.5	23.5	100
Meat	80.9	19.1	100
Milk	44.7	55.3	100
Eggs	37.8	62.2	100
Wool	26.2	73.8	100
Honey	49.7	50.3	100

出所：The Ministry of Agriculture, RA

穀類、ジャガイモ、卵、羊毛は自家消費の割合が多いが、野菜（メロン類含む）、果物（ブドウ含む）、食肉は流通の割合がかなり多くなっており、これらは換金性の高い農産物として農家の重要な現金収入源になっていると考えられる。

灌漑対象地域の大部分は、「ア国」の野菜・果樹の主要産地の一角を占める。また「ア国」政府は、現在の農業開発戦略において、野菜・果樹を含む農産物輸出振興をその柱のひとつに掲げている。以下では、本事業対象地域の野菜・果樹の流通実態を詳しく述べる。

図 2-3.4 に、本事業対象地域での聞き取りを基にした野菜・果樹の典型的な流通経路を示す。



出所：The JICA Study Team (based on collected information)

図 2-3.4 野菜・果物の流通経路

a. 農家

多くの農家は、生産物を自宅あるいは圃場で仲買人に販売している。ブドウに関しては、近隣の加工会社に直接販売する農家が多い。協同組合等による、組織的な共同販売活動は行われていない。農家の誰もが、生産物の低価格や適当な販売先確保の難しさに関して、強い危機意識を有しているが、その解決策に関しては具体的なイメージを描けないでいる。少なからぬ農家が、自分達の生産物は、誰かが全量を適当な価格で買い取ってくれるはずという意識（旧ソ連時代に形成された）から抜け出しておらず、マーケティングに対する意識は概して低い。

b. 仲買人

農家のほとんどは、生産物を農家庭先で仲買人に販売しており、仲買人は農産物の流通に関して重要な役割を担っている。一般に農家は、仲買人は法外な手数料で利益を上げていると批判的に見ているが、概して農家自身がマーケットに売りに行くより、結局仲買人に売るほうが合理的であることも認識している。仲買人は、地元農家が季節的に副業としている者から、専門家まで多様であるが、個人ベースで商売を行っている者が大半である。彼等はいくつかの階層に分化し

ており、仲買人間の取引も活発に行なわれている。仲買人は、大きく以下の種類に分類することができるが、複数の役割を兼ねる場合もある。

- 生産者から購入し、エレヴァンや地方から来る仲買人に販売
- 生産者/零細仲買人から購入し、エレヴァンや地方消費地のマーケットで、小売店や他地域の仲買人に販売
- エレヴァンのマーケットで購入し、地方消費地のマーケットで小売店に販売
- 卸売業者や加工業者のエージェント

c. 卸売商/貿易商

仲買人ほど零細ではないが、多くが個人企業レベルである。通常自身が指定した仲買人を通して生産地から直接購入し、域内の小売店やスーパーマーケット、他地域の仲買人、輸出商に販売している。卸売商が貿易商を兼ねている場合もあり、季節によって有利な野菜・果樹を輸出入している（ただし、バナナ、パイナップル等のいくつかの品目の輸入は、政府規制により1社の独占状態にある）。「ア国」では、野菜・果樹の貿易を行う大手企業は1社だけに留まっている。

d. マーケット

エレヴァンを始め各都市には公設マーケットがあるが、エレヴァンに全国の約1/3の人口が集中していること、主要生産地がエレヴァンに隣接していることから、市場で流通する野菜・果樹のかなりの割合が、エレヴァンのマーケットで取引されているものと推測される。エレヴァンには2カ所の公設マーケットがあり（他にも、自然発生的なものがある）、上記卸売商は公設マーケットの中や周辺に店舗を構えている。Malatiaマーケットはエレヴァンで最大のマーケットであり、野菜・果樹の国内価格は、実質ここでの価格が基準となっている。Malatiaマーケットで取引する仲買人は、何故か自身は農民であり、自身が生産した作物のみを販売していると主張する者が多い。

2) 農産物の加工

旧ソ連時代、「ア国」産ブランデー、ワイン、缶詰（果物、野菜）への他の共和国からの強い需用に支えられ、「ア国」内の農産物加工産業は大いに発展を遂げていた。ところが、1991年の独立と共にそれらの有力市場を失うことになったため、「ア国」の農産物加工産業は壊滅的な打撃を被り、各工場は軒並み操業停止に追い込まれた。結果として、農産物加工は小規模な家内工業的生産と、家庭での加工が細々と続けられた。

1998年以降、「ア国」政府は海外援助（WB、IFAD、USDA、USAID他）を積極的に活用し、農産物加工産業の復興発展に注力を注いできた。その結果、2010年現在、全国で30の缶詰工場、40のワイナリー、250の酪農製品工場、70の食肉加工場、4つのタバコ工場が操業中である（Agricultural and Food Processing in Armenia, Samvel Avetisyan, USDA & CARD, 2010）。Appendix C-26に「ア国」の主要農産物加工会社を示す。

以上の政府の振興策の結果、農産加工業が買い上げる野菜、果物、ブドウの量は、1998年以降大きく増加している。しかしながらその増加も、2000年代後半には頭打ちとなっている（Appendix C-27参照）。Appendix C-28に、「ア国」の主要農産加工品である、野菜、果物、ブドウの加工品生産量が、独立前からの比較でどの程度回復したかを示すが、2007年においても、ブランデー以外は独立前の生産量を遙かに下回っており、政府の積極的な振興策にも関わらず、「ア国」農産加工業の復活は道半ばであることが明らかである。また、Appendix C-27の結果を裏付けるように、

2005年以降の加工品生産量は、ブランデー以外頭打ちの傾向を示している。その主な原因は、原料不足というより、農産加工品の市場開拓が思うように進んでいないことが考えられる。縮小した旧ソ連（CIS 諸国）市場の回復と共に、国内需用も含めた、新たな市場の開拓が必要とされている。

3) 農家販売価格

事業対象地域内で収集した、主要農産物の農家販売価格を Appendix C-29 に示す。農産物価格の季節変動は大きく、特に野菜で顕著である。全ての作物において、収穫期に最低価格を示しており、冬期の端境期（1～3月）に最高価格を示している。このような価格変動は、農家経営にとって不安定要因である一方、利益拡大の好機をもたらす要因でもある。実際に事業対象地域では、野菜の温室栽培やビニール・トンネル栽培が普及しており、リンゴ等の果樹を低温倉庫で長期保存して高値を待つ農家も存在しており、農家なりの工夫を凝らして利益の最大化を図っている。

多くの農家が、近年は野菜の低価格が特に深刻であると問題提起しているが、低価格が深刻になるのは収穫最盛期である。エレヴァンのある卸売商は、露地野菜の収穫期が集中する夏場（7～8月）には小売価格が大きく下がり（おそらく生産過剰が原因）、マージンの利幅を十分確保できないため、最近は露地野菜の取り扱いを行っていない。一方で、ハウス栽培等による促成栽培野菜はそれなりに利益を確保できるとのことで、農家も同様な状況と思われる。

2-3-12 作物別収益

「ア国」農業省から得た主要作物の収量、生産費のデータに、Appendix C-29 の標準価格をあてはめて、主要作物の ha あたり収益を試算した（表 2-3.12 参照）。コムギ、オオムギに関しては Aragatsotn Marz、野菜、果樹に関しては Armavir Marz のデータを基に計算を行った。アルファルファに関しては農業省のデータがなかったことから、調査団の聞き取り結果に基づき計算を実施した。

表 2-3.12 作物別収益 (ha)

Crop	Yield ton/ha	Price ADM/kg	Gross sales ADM/ha/year	Production cost ADM/ha/year	Net profit ADM/ha/year
Wheat	3.5	150	525,000	428,480	96,520
Barley	2.6	180	468,000	365,100	102,900
Tomato	46.8	80	3,744,000	1,735,000	2,009,000
Cucumber	27.6	150	4,140,000	1,363,000	2,777,000
Eggplant	42.0	100	4,200,000	1,575,000	2,625,000
Bell pepper	28.0	150	4,200,000	1,555,000	2,645,000
Cabbage	44.7	100	4,470,000	1,345,000	3,125,000
Onion	25.7	150	3,855,000	1,703,000	2,152,000
Watermelon	34.0	100	3,400,000	1,090,000	2,310,000
Potato	31.7	100	3,170,000	1,907,000	1,263,000
Alfalfa (1st year)	20.0	35	700,000	781,528	-81,528
Alfalfa (after 2nd year)	30.0	35	1,050,000	556,000	494,000
Alfalfa (7-years cropping)					411,782
Grape (adult tree)	14.5	150	2,175,000	1,661,000	514,000
Apricot	8.7	200	1,740,000	937,000	803,000
Apple	12.1	200	2,420,000	1,469,000	951,000

出所：The JICA Study Team (base on the data from the Ministry of Agriculture, RA)

上記試算からは、収益性が高いのは野菜類であり、次に果樹が続く、穀類の収益性が最低となっている。多くの農家は、コムギはほとんど儲けにならないため主に自給用として栽培していると証言しているが、表 2-3.12 はその事実を明らかに示している。上述したように、野菜は季節によ

る価格変動が激しいため、販売時期によっては試算以上の高い収益性が期待できるが、反対に収益性が大きく低下し生産コストの回収さえ十分できないケースも考えられる。野菜価格は年による変動も激しいことが考えられ、毎年安定して期待どおりの収益を確保できる農家は、それ程多くないことが予想される。このような状況も、農家が主に野菜のマーケティングを深刻な問題と感じる要因のひとつと考えられる。

2-3-13 農民組織・水利組織

1) 農民組織

2013年1月現在、「ア国」には3,737の生産者協同組合と307の生活協同組合が登録されているが、その内どれだけの組合が現在も活動しており、また農業協同組合がどれだけの数あるかに関して明らかにすることが難しい状況にある。また、援助団体の支援によって「ア国」で設立された多くの協同組合が、現在実質的な活動を停止している状況にあることも報告されている。SADSには農業協同組合設立・発展の振興が謳われており、「ア国」政府もその重要性は認識しているが、未だ農業協同組合の設立、運営、解散に関する法整備さえ十分行われていないのが実情である。今回実施した一連の現地調査でも、灌漑以外で農民組織が現場で実際に活動している例に遭遇することができなかつたばかりか、少なからぬ農民は旧ソ連時代の経験によって、農業協同組合活動に拒否反応を示す例も見られた。「ア国」において、農業協同組合のような農民組織の活動は極めて低調であると結論付けることができる。

2) 水利組合

以上の状況から、「ア国」内の農民レベルで実質上活動している農民組織は、WUA（Water User Association）のみといえる。WUAは非営利団体として全国に44組合設置されているが（2014年8月時点で42組合）、WUAの会員数は約19万農家であり、約10.8万haの農地への灌漑がWUAによって管理されている（Appendix C-30参照）。WUAの標準的な組織図をAppendix C-31に示すが、WUAの主要な役割は以下が挙げられる。

- 灌漑用水のメンバーへの配分と灌漑水量モニタリング
- 灌漑料金（水代）の徴収（メンバーから）と支払い（WSA: Water Supply Agency に対する）
- 2次水路以降のゲート操作、WUA所有のポンプ場管理
- 2次水路以降の水路の維持管理

WUAの運営経費の一部には、基本的にWSAに支払う水代と会員から徴集する水代との差額が充てられているが、1m³当たりの水代は表2-3.13の通りである。

表 2-3.13 灌漑料金 (AMD/m³)

Irrigation type	from WSA to WUA	from WUA to Farmers
Gravity based Area	1.01	11.00
Pump based Area	11.52	11.00

出所：Collected information from WUAs

表2-3.13からも明らかなように、重力灌漑ベース地区の場合WUAは約10AMD/m³の差益を確保できるが、WSAが管理するポンプ揚水をベースとする灌漑地区の場合は若干の差損が生じることになる。従って、ポンプ揚水（WSA管理）ベースの灌漑率が高いWUAは、水代をWUAの運営経費に充てるのは難しい実態にある。また、Appendix C-30からも明らかなように、WUA毎の灌漑対象面積には大きな差があり、WUAの運営経費の潤沢さは一様ではない。こうした状況や、水路の維持管理費、人件費等の状況を考慮して、政府がWUAの運営経費の一部を支援していることである。WUAによっては、WSAから幹線水路を通して供給される用水に加えて、WUA自身で地下水を汲み上げて灌漑を行っている例があるが、それに必要となる深井戸ポンプ（Tube

Well) の運転費用も、政府が全額を WUA に補填している。また、幹線水路に比べて標高が高い地区へ灌漑する場合、WUA によっては幹線水路からポンプを利用して灌漑しているが、その運転費用についても政府が WUA へ補填している。

2009～2011 年米国のミレニアムチャレンジの支援を受けて、全国の WUA の組織能力強化プログラム ("Institutional Strengthening of Water Management Entities" Sub-Activity) が実施された。プログラムの柱は以下の 4 つであり、このプログラムの実施によって各 WUA の灌漑管理能力が総合的に改善されている。

- 管理改善計画の策定と実施に向けた、WUA 毎のニーズ把握
- 財政・経理管理、GIS ソフトの提供と訓練
- 事務所施設・家具の整備
- 灌漑施設維持管理に必要となる機器の整備

2-3-14 農業研究・教育・普及機関

1) 農業研究・教育機関

農業省によると、現在農業省傘下の研究機関は表 2-3.14 に示す 3 つが存在する。

表 2-3.14 農業省傘下の研究機関

名前	場所	主な研究活動/対象作物
The Scientific Centre for Agriculture	Ejmiatsin, Amarvir Marz	コムギ、オオムギ、豆類の育種
The Scientific Centre of Vegetables and Industrial crops	Darakert, Ararat Marz	品種選抜と種子生産 (ナス科、ウリ科、ブラシ科)
Experimental Centre for Technical Crops		品種選抜と種子生産 (ダイズ、タバコ、アマ、テンサイ)

出所：The Ministry of Agriculture, RA

2010 年に発行された *Agricultural and Food Processing in Armenia*, Samvel Avetisyan, USDA & CARD, 2010 によると、農業省傘下の研究機関として、上記以外にも「土壌学研究所」、「果樹・ブドウ研究所」、「家畜飼育・衛生研究所」、「生物工学研究所」が上げられているが、現在もこれらが存在するののかも含めて確実な情報を得ていない。いずれにせよ、2010 年現在で農業研究に従事する研究者は 249 人と少数であり、しかもその内で博士号取得者は 25 人（他に候補者 122 人）しかいないことから、農業研究者の層を厚くすることが、「ア国」の農業発展にとっての大きな課題のひとつとなっている。このような状況に現実的に対処するため、国際農業研究機関 (CGIAR, ICARDA, CIMMYT, IPGRI, ISNAR, CIP) や他国との研究協力が積極的に推進されている。

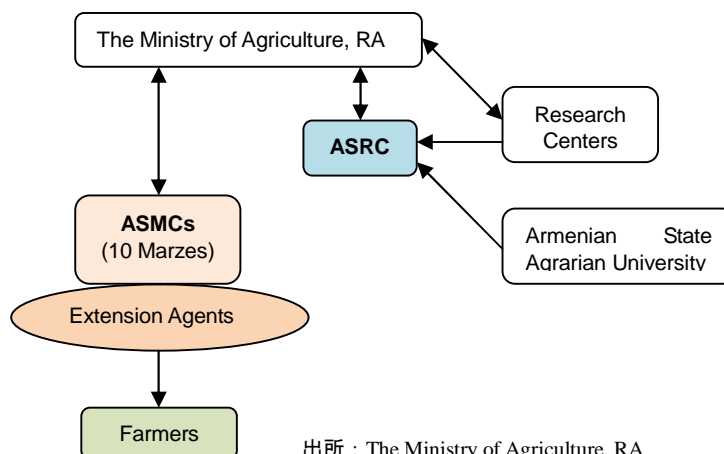
加えて、政府は国内の農業研究者や専門家の育成にも力を入れており、同国唯一の農業専門大学である Armenian State Agrarian University 以外に、全国 10 カ所 (7 Marz) の農業大学校 (State Agricultural Collages) を農業省が運営し、研究部門と現場レベルの架け橋となる人材の育成を行っている。Appendix C-32 に農業大学校の一覧表を示す。

2) 農業普及機関

農業普及機関としては中央レベルに ASRC (Agricultural Support Republic Centre) が設置されており、地域レベルには各 Marz に一つの ASMC (Agricultural Support Marz Centre) が設置されている。ASRC と ASMC は別組織であり相互の上下関係はないが、ASRC は全国の農業普及事業の司令塔の役割を担っている (図 2-3.5 参照)。従って、個人農家に対する農業普及活動は各 Marz の

ASMC が担当しており、現在 130 名の農業普及員が全国の ASMC に配置されている (ASMC の職員数は、農業普及員も含めて 213 名である)。これら 130 名で全国の農家をカバーすることになるが、全国のコミュニティの数だけでも 914 にものぼり、きめ細かな農業普及活動を実施するには普及員の増員が必要な状況である。

Appendix C-33 に、2013 年の農業普及活動実績を示すが、このような活動にも関わらず、農業普及事業が一般農家に十分浸透しているとはいえない実態がある。表 2-3.15 に農家質問表調査結果を示すが、圧倒的多数の農家は農業支援サービスを受けていないと認識している。このような結果となったのは、多くの農家が農業普及活動 (農業技術指導) そのものを明確に理解していないことも原因として考えられる。旧ソ連時代にはコルホーズ/ソホーズに配置された農業技術者の指示で農作業が行われていたことから、広く個人農家を対象とした農業普及事業が存在しなかったこともあり、農業普及事業とは、政府が農家に対して何らかの物質的支援を行うもの、と認識している農家も少なくない。



出所：The Ministry of Agriculture, RA

図 2-3.5 アルメニア国の農業普及制度

表 2-3.15 農家が経験した農業支援サービス (2013 年)

Service	Number of Farmers	
	Yes	No
Crop production	2	18
Vegetable production	1	19
Fruits/grape production	0	20
Animal husbandry	1	19
Food processing	0	20
Agricultural credit	5	15

出所：The JICA Study Team (based on the Farm-household Survey)

2-3-15 農業金融

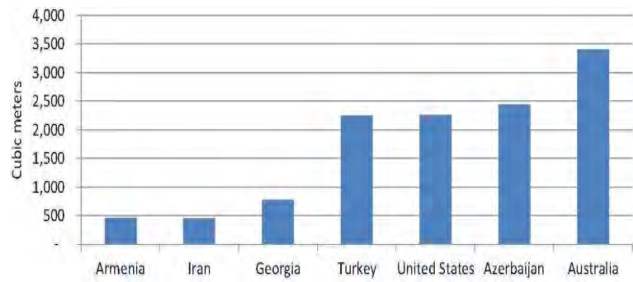
2011 年 4 月から、「ア国」政府は農家に低利子で営農資金を融資する農業金融プログラムを実施している。この融資は、3つの民間銀行 (ACBA Credit Agricole Bank、Ardshininvest Bank、Converse Bank) を通して行われているが、政府が利子の一部を補助金によって補填している。政府による利子の補填は 4%分であるが (2011 年時の通常利子は 14%)、貧困地域の約 200 村にはそれより高い 6%の補填が行われている。返済期間は 1 年以上であり (融資条件によって異なる)、借り入れ後 6 ヶ月目から返済開始となる。Appendix C-34 に上記 3 民間銀行の 2000 年以降の農業融資総額を示しているが、上記の政府支援プログラムもあり、2011 年以降の融資額が大きく増加している。農業分野への融資は、純商業ベースでも順調な増加を示しており、2013 年の上記 3 銀行以外の民間金融機関による貸出額は 400 億 ADM (約 100 億円) となり、2014 年も 6 月時点で既に前年実績を上回る金額が融資されている。

2-4 灌漑セクター

2-4-1 水資源・灌漑政策

「ア国」の河川は、春先の雪解けにより大きな流出量が期待できるが、6~7 月以降の河川流出量は極めて少量になる。そのため、安定的に水資源を活用するには、貯水池の建設が必要不可欠である。「ア国」では、これまで旧ソ連時代も含め 87 箇所の中規模な貯水池が建設され、2012

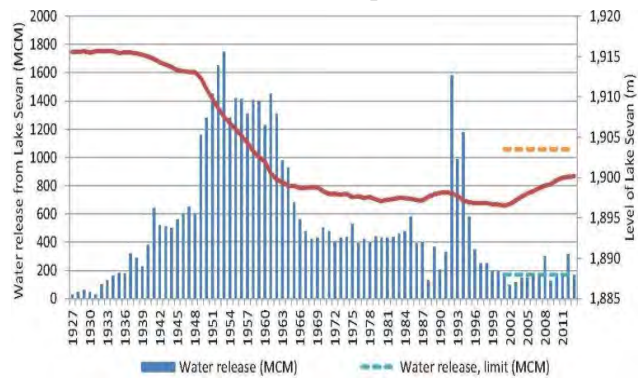
年には Hrazdan 川上流に Marmarik 貯水池(貯水量 24MCM) が完成しており、引き続き貯水池を建設する計画は進行中である。しかし、こうした計画とは裏腹に、「ア国」の一人当たりの貯水施設容量は隣国に比べて少なく(図 2-4.1 参照)、Ararat 平野の対岸国のトルコに比べて 20%程度に過ぎない。限られた土地資源と気象状況のなか、効率的かつ適切に水資源を確保することは「ア国」にとって極めて重要である。



出所：World Bank (2014), Towards Integrated Water Resources Management : Revisited

図 2-4.1 アルメニア国と近隣国等の一人当たり貯水施設容量

「ア国」では貯水池計画が進められる一方で、国内で最大の貯水容量を持つセヴァン湖の保全も重要な政策の一つである。「ア国」は、セヴァン湖保全策の一つとして、Arpa-Sevan トンネルや Vorotan-Arpa トンネルを建設して流域変更を実施し、過去に起きた水位低下の教訓を活かした運用を行っている。さらに、2001 年には、水位を 2030 年までに 6m 上げ (1,903.5m)、セヴァン湖の環境を改善する施策を開始している。また、セヴァン湖から灌漑への年間放流(取水)量の上限は、170MCM と設定するとともに、Hrazdan 川沿いの水力発電所は灌漑を実施している期間のみの運転とするなど、セヴァン湖の水位回復に向けた取り組みを実施している(図 2-4.2 参照)。



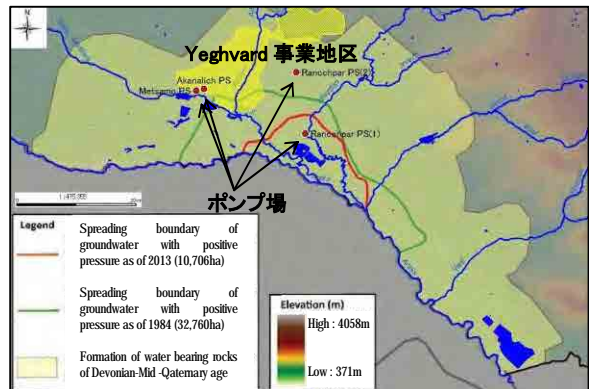
出所：World Bank (2014), Towards Integrated Water Resources Management : Revisited

図 2-4.2 セヴァン湖の水位変化

以上の様に、近隣諸国で湖の水位低下などの環境問題が起きている状況に比べ、「ア国」政府は、トンネルによる河川の流域変更や取水制限を行うなど、政府主導で水資源を保全し 2003 年からセヴァン湖は水位上昇に転じており、その成果も上げている。こうしたコンセプトは、引き続き踏襲されていくものと言える。また、政府は新たな貯水池建設やセヴァン湖等の天然の水資源を保全するのみならず、限られた水資源を適切に利用するため、流域管理についても重要施策の一つとして挙げている。将来的には、各河川の流域を適切に管理していくことで、効率的な水資源利用を目指すものである。

灌漑政策としては、ポンプから重力灌漑への施策を積極的に展開している。この背景には、「エネルギー多投入型の農業からの脱却」というコンセプトに加え、既存の地下水位が低下している問題が絡んでいる。特に Ararat 平野では地下水位が低下してきており、いくつかのポンプでは取水が困難になりつつあるという報告もある。

図 2-4.3 は、WB が作成した被圧地下水の分布範囲を示したものに、Yeghvard 灌漑事業に関する施設を加えた図である。図中の緑線が 1984 年当時の被圧地下水面、赤線が 2013 年の被圧地下



出所：Base Map: World Bank (2014), Towards Integrated Water Resources Management (Re-visited)

図 2-4.3 Ararat 平野の地下水位の低下状況

水面である。また、黄色い箇所が Yeghvard 地区 (12,200ha)、赤丸印が Yeghvard に関係するポンプ場である。本事業で関係するポンプ場地点に地下水位が下がっている状況は、図 2-4.3 から明らかである。このように、灌漑政策としては、エネルギー依存型の農業からの脱却とともに、地下水位依存から表流水の有効活用に着眼した政策が実施されている。

前述の通り「ア国」の河川は、季節によって流量は大きく変動する。そのため、Hrazdan 川のように大きな流域を持つ河川では、春先雪解け時の大流量の河川水を有効活用することが持続的な開発に繋がる。このコンセプトは、河川を新たに締め切るのとは異なり、開発が環境へ与えるインパクトは小さい。図 2-4.4 に示すように、河川流量が需要量を上回る期間、既存の水路の通水断面を上限として、既存の水路を利用して貯水池へ導水する。一般に、河川流量が需要量を下回る場合は、セヴァン湖やポンプ場など他の水源を利用してきたが、フリーウォーターを貯水することで、河川流量が少ない期間も他水源に依存することなく灌漑が可能という利点を持つ。

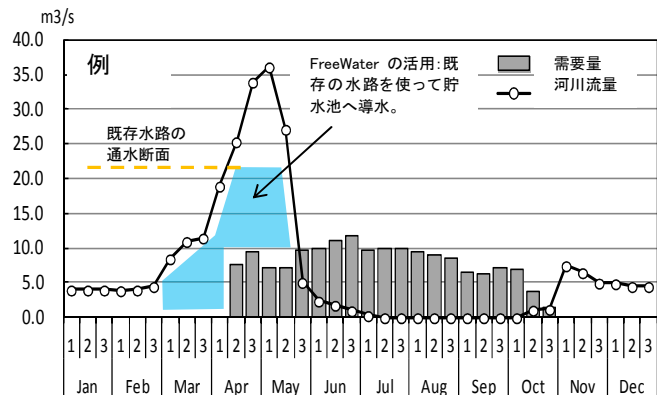
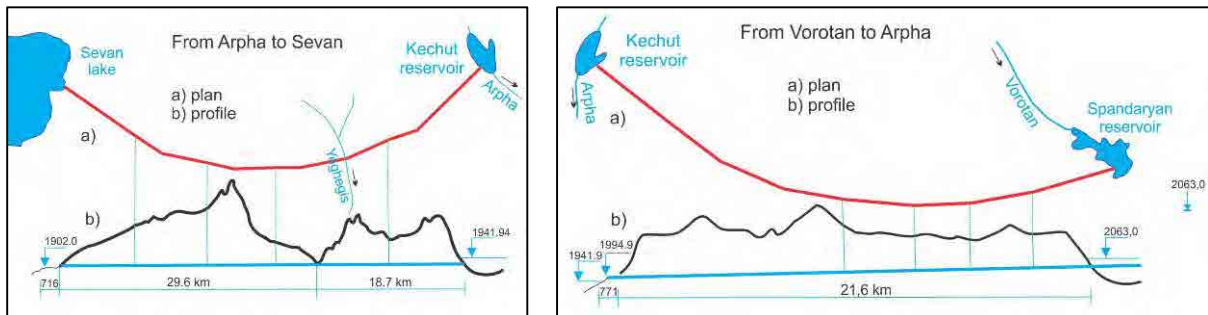


図 2-4.4 Free Water の活用イメージ

2-4-2 水・土地資源量

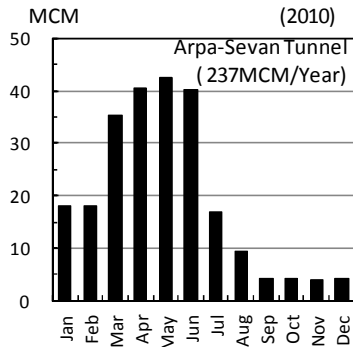
セヴァン湖には、環境保全、復元、再現、天然資源開発、利用等に関する法律が制定されている。さらに、National Academy of Science の配下に 9 人の委員から構成される Expert Commission が設立されている。セヴァン湖は、1930 年以前には約 1,414km² の湖面面積と 580 億 m³ の貯水量を持っていたが、1930 年代から灌漑と飲用水利用で水位が急激に低下した。1972 年には、水位は約 19m 近くも低下し、湖面面積は大幅に縮小した。現在は、約 1,200km² の湖面面積と 340 億 m³ の貯水容量を持つ。

セヴァン湖は、首都のエレヴァンや Ararat 平野に注ぐ Hrazdan 川と繋がっており、セヴァン湖の水はこの Hrazdan 川を通じて灌漑と水力発電に利用されている。また、水位低下の回復策として、1963 年～1982 年にかけて Arpa 川からセヴァン湖に繋ぐ全長 48km、水量 250MCM の Arpa-Sevan トンネルが完成し、2004 年には、同様のコンセプトで Arpa 川と Vortan 川を繋ぐ全長 22km、水量 165MCM の Arpa-Vortan トンネルが完成している (図 2-4.5 参照)。ただし、Arpa-Vortan トンネルは、現在は改修中で利用していない。図 2-4.6 に Arpa-Sevan トンネルの月別取水実績 (2010 年) を示す (Appendix D-1 参照)。



出所：ATLAS(2007)

図 2-4.5 Arpa-Sevan トンネルと Arpa-Vortan トンネル



Month (2010)	Discharge (MCM)	Month (2010)	Discharge (MCM)
Jan	18.0	Jul	16.9
Feb	17.9	Aug	9.5
Mar	35.4	Sep	4.1
Apr	40.4	Oct	4.2
May	42.6	Nov	3.9
Jun	40.2	Dec	4.1
Total 237.2			

出所：Hydro-meteorological Service of the Ministry of Emergency Situations

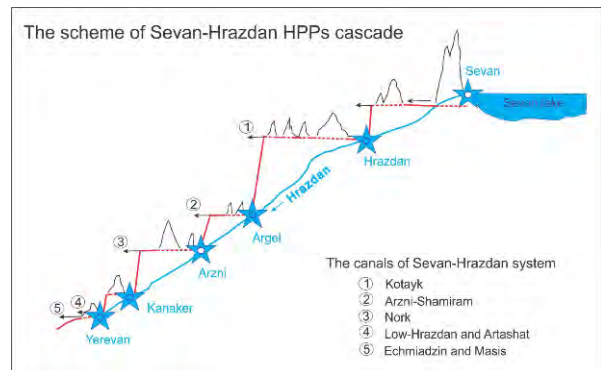
図 2-4.6 Arpa-Sevan トンネルの取水実績 (2010 年)

Ararat 平野は、「ア国」内で最も農業や養殖が盛んな地域である。この Ararat 平野には、良質な被圧地下水が広がっている。地下水は、農業や養殖を目的とした利用のみでなく、飲料水としても利用されている。しかし、2006 年以降は、Ararat 平野では多くの養殖業者が設立され地下水を利用し始めたため、近年は Ararat 平野一帯で地下水の低下が顕著となっている。なお、1983 年と 2013 年の被圧地下水位の深さを比べると、6~9m 近くも低下しているという報告がある (World Bank)。昨今、Ararat 平野の地下水位の低下は、灌漑、飲料水、工業、原子力発電用冷却水といった利用者間で、対立の原因となってきている。

2-4-3 水利用配分

「ア国」の水配分は、水供給公社 (WSA) が実施している。WSA とは、「ア国」の水供給を担う責任機関であり、Sevan-Hrazdan Jrar CJSC と Akhuryan-Araks Jrar CJSC の二つがある。どちらも水資源経済委員会の配下に位置する。

Hrazdan 川を流れる水は、Hrazdan 川自流域からの流入とセヴァン湖からの導水による二つから構成されている。セヴァン湖の利用目的は、灌漑と水力発電である。Hrazdan 川では、山間部の地形形状を活用して、6 つの水力発電所が稼働している。セヴァン湖の標高から Ararat 平野に向けて、水力発電所はカスケード式に利用されている (図 2-4.7 参照)。水力発電所は、ロシア国の民間会社により運営されている。



出所: ATLAS(2007)

図 2-4.7 Sevan-Hrazdan 水力発電カスケード利用

灌漑用水の水配分は、WSA が実施している。WUA は、WSA から灌漑用水を買い取るものであり、WUA は灌漑用水のユーザーである。WUA は、WSA に対して 10 日間平均の必要水量を事前に要望する。WSA は、WUA からの要望をもとに、他の水利用と水資源利用可能状況と照らし合わせて水供給量を策定する。

「ア国」では、水力発電利用よりも灌漑利用の方が優先度は高い。水力発電は、灌漑が行われる 4 月~10 月の間を利用し、それ以外の非灌漑期に発電所は稼働していない。なお、Hrazdan 川に隣接する各都市は、エレヴァンの首都を含めて水道は地下水を利用している。このように、Hrazdan 川の水は、灌漑用水と水力発電のみに利用されている。

2-5 地質・水理地質の概要

2-5-1 アルメニア国の地質および水理地質概要

大小2列の Caucasus 山脈は、黒海とカスピ海をつなぐ陸橋となっている。Armenia 高地は、この山脈の南側に、西はエーゲ海から南東は Iran 高原に至る間、平均標高 910m から 2,100m で広がっている。「ア国」は、この Armenia 高地の、ほぼ中央部に位置する。

およそ 1,300 万年以前の中新世 (Miocene) に、小さなアラビアプレートが巨大なユーラシアプレートに、ほぼ北北東の方向で衝突したと言われている。こうした巨大なスケールの地質活動と、それに続く非常に活発な火山活動とが、Caucasus 山脈を生み出し、またそれにつづく Armenia 高地を押し上げた。そして、このような地質活動は、「ア国」をして、日本と同様な世界でも有数の地震多発国にしている。

「ア国」の地質の骨組みは、先・カンブリア紀の基盤岩および古生代から中生代にかけての堆積岩や変成岩類が国土の北と南の縁に分布し、新生代の火山岩類が、広く国土の中央部から東部にかけて分布している。「ア国」の模式的地質図を図 2-5.1 に示す。本プロジェクトサイトの周辺部も同様に、広く新生代の火山岩類に覆われ、ごく一部が沖積層に覆われている。

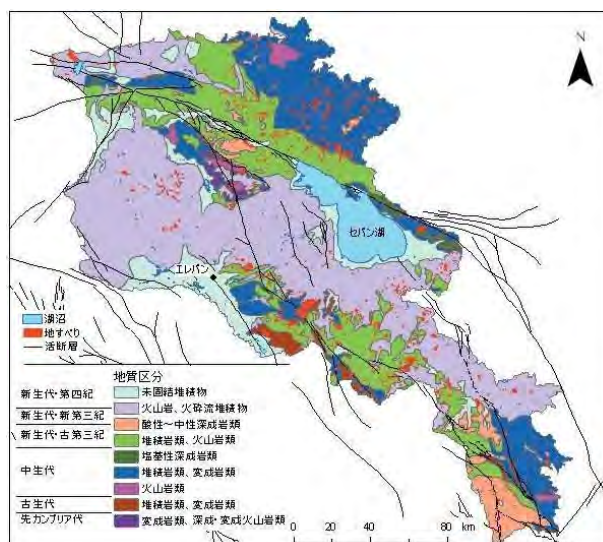


図 2-5.1 アルメニア国模式地質図

2-5-2 Ararat 平野および Yeghvard 地区の地下水環境

年間平均 250 mm (Araks 川下流域) から 800 mm (山岳地帯) といった、降雨量の少なさの割には、「ア国」の大河や湖沼の周辺の平野部での水理地質環境は、比較的恵まれている。「ア国」最大の平野である Ararat 平野では、一般的に+5、6m、時に+15m もの被圧地下水環境 (Artesian condition) にある。この平野部では、ほとんどの井戸 (灌漑用や養殖池用) で 500 から 1,000lit/sec の揚水量がある。しかしながら、こうした被圧地下水環境や、極めて大きな揚水量は、近年著しく低下していると言う。また、セヴァン湖周辺の平野部でも、井戸からの揚水量は概して大きく、50 から 100lit/sec である。

こうした平野部とは著しく異なり、本プロジェクト対象地の Yeghvard 地区は、降雨量も約 450mm/年以下と少なく、恒常河川も無く、極めて透水性の高い地表カバーと極めて深い地下水位と言った、極端に貧弱な水理地質環境を有している。ダムサイト近辺には、1 本の井戸も存在しない。旧ソ連時代に掘削された調査ボーリングの内、2 本の調査ボーリング孔で地下水位は検出されたが、その深度は 91.5 および 120.5m と、極めて深い深度であった。

2-5-3 活断層と地震

図 2-5.2 には、「ア国」の活断層分布図を歴史的な地震の震央と共に示す (出所: Institute of Geological Science of Armenia による)。

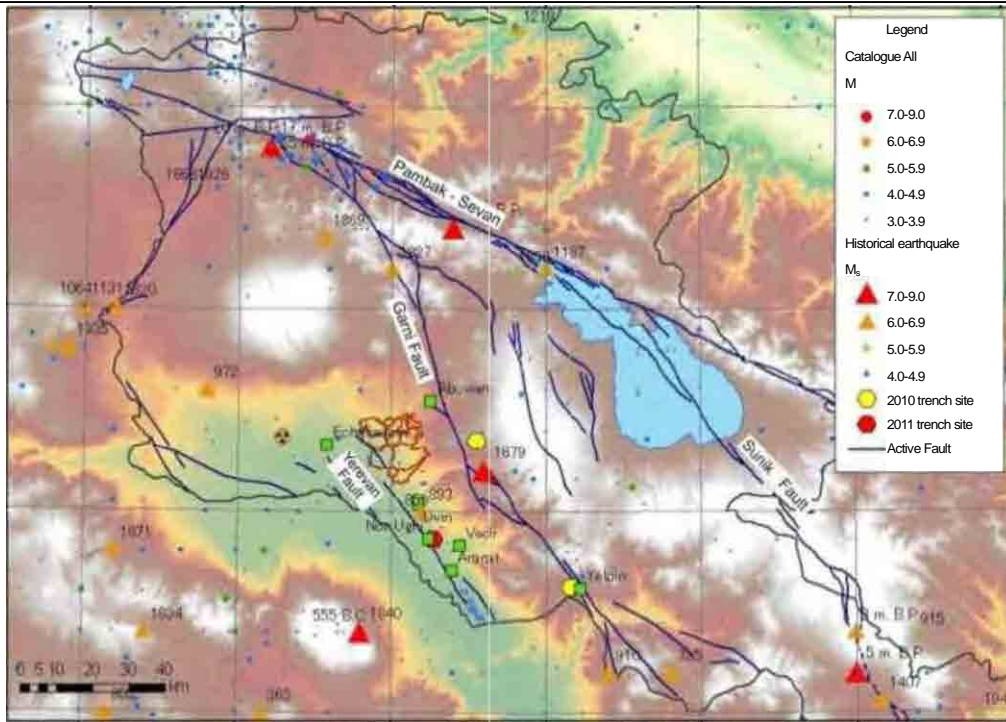


図 2-5.2 アルメニア国の活断層分布図

ここに示されたような巨大な活断層の分布のため、「ア国」は、日本と同様、絶え間なく地震に曝されている。同図に示されるように、当ダムサイトに最も近い活断層は Garni 断層だが、それとダムサイトとの間の距離は約 20km あり、十分に離れている。

当プロジェクトの貯水池近辺にも、いくつかの小規模な断層が存在する。これらは、初～中期第四系堆積物、火山性砂岩の「lap-ap-lap QI-II」層内に典型的に見られる。それは、この層が非常に明澄な成層構造を示しており、断層による段差が明瞭に観察できるからである。この火山砂層は、現在建設用資材として利用されており、各所で掘削・採掘されている。ダムサイト近辺でも、主ダム左岸アバット近傍の国道沿いで掘削されており、砂岩の層理と断層によるギャップが明瞭に見られる(図2-5.3参照)。同写真に見られるように、極めて鋭くかつ直線的ないくつかの断層が存在する。しかし、これらのギャップは概して小さく、50cm から 1m 未満である。

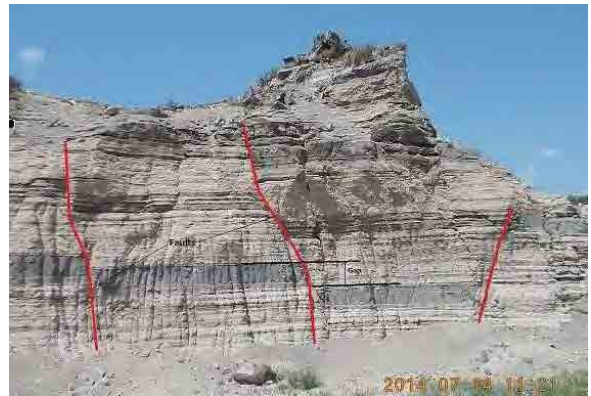


図 2-5.3 堆積層内の断層

これらの小断層は、この砂岩層を覆う火山岩コンプレックスを切っていないこと、地表地形に何ら影響を与えていないことから、中期更新世に発生したものと考えられる。つまり、貯水池近傍に分布するいくつかの小断層は、活断層ではなく、ダム建設に問題はないと結論付けられる。なお、地震多発国である「ア国」では、現に地震を引き起こしている断層こそが断層であり、この Yeghvard 地区に断層があるという認識はない。

2-5-4 地すべり状況

「ア国」の構造地質環境(プレート運動や活断層)は、頻繁に巨大な地震を発生させている。また、同国北西部の地表地質は、中生代から第三紀にかけての比較的軟質な堆積岩や変成岩から

成る。そして、国土の中央から南部にかけての広大な地域は、比較的脆弱なスコリアや軽石層を伴う火山起源噴出岩類に覆われている。このように、「ア国」はその国土の2/3以上の地域が地すべりを起こしやすい地質環境下にある。

2004年、JICAによって実施された「ア国地すべり管理調査（The Study on Landslide Management of Armenia）」によれば、「ア国」内に2,504か所の地すべり地区が存在するとのことである。これらの地すべりのほとんどは、国土の北部、中西部および南部と言った、それぞれ中生代の堆積岩や火山岩、新第三紀から第四紀にかけての火山起源噴出岩類、そして古生代の火山岩類が分布する地域に集中している（既往、図2-5.1参照）。

一方で Yeghvard 貯水池の近傍は、やはり主に第四紀の火山岩系地層に覆われている。しかしながら、Yeghvard 盆地を取り囲む斜面の勾配は極めて穏やかであり（最大斜度 15° 以下）、また地すべりを発生させる最も危険な要因たる地表水も地下水も存在しない。図2-5.4に、上記 JICA 報告書から抜粋した Yeghvard 地区とその近傍の地すべり分布図を示す。同図に示されるように、ダムサイト近傍には、ほとんど地すべりは存在しない。

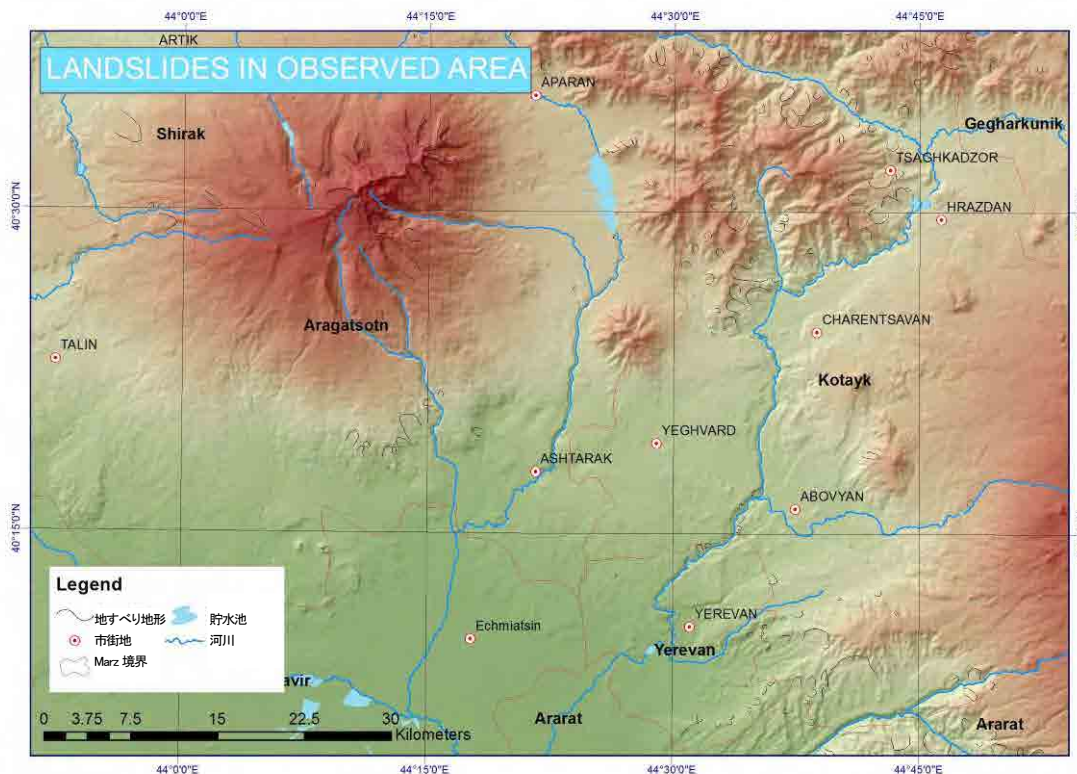


図 2-5.4 Yeghvard 地区および近傍の地すべり分布図

2-6 貯水池建設関連法規

2-6-1 貯水池設計基準

1) 施設の等級

貯水池はその規模（高さおよび貯水容量）により等級分けされる。等級分けの基準は『Building Codes 33-01-2003』に記載されており、当該貯水池に該当する項目毎に等級を判断し、最も高い等級をその貯水池の等級とする（表 2-6.1 参照）。なお、等級が高くなるほど詳細な検討やより高い安全性が要求される。Yeghvard 貯水池はその施設の規模からクラス III に分類される。

一方、事故発生時の被害規模の面からの等級区分も記載されている。等級分けの基準は、直接被害を受ける人口、居住環境に被害が発生する人口、被害想定範囲の住居密度等である。これらの算定方法や Yeghvard 貯水池下流域の実情については、F/S 時に確認し、必要に応じて貯水池の等級を変更する。

表 2-6.1 貯水池等級区分

		Class I	Class II	Class III	Class IV
Height H (m)	Rock ground foundation	More than 80	From 50 to 80	From 20 to 50	Less than 20
	Sandy and Coarse ground foundation	More than 65	From 35 to 65	From 15 to 35	Less than 15
	Saturated and clay foundation	More than 50	From 25 to 50	From 15 to 25	Less than 15
Reservoir storage capacity V (MCM)		More than 1,000	From 300 to 1,000	From 10 to 300	10 and less

*Yeghvard reservoir: Height (H) = about 33m, Storage capacity (V) = 90MCM

出所 : Building Codes 33-01-2003

2) 貯水池設計基準

現行の貯水池設計基準は『Construction codes 2.06.05-84*』であり、旧ソ連により 1984 年に制定・1990 年に改訂されたものである（基準名末尾の*は改訂版を意味する）。貯水池はその構造から Earth-fill dam, Hydraulic dam, Earth-and-Rock fill dam, Loose-rock dam に分類され、構造毎に設計や施工における留意点が示されている。地震動により発生する荷重や施工方法等については詳細が記載された別の基準を参照することになっており、参照すべき基準も記載されている。

上記設計基準は旧ソ連により制定されたこともあり、寒冷地における建設を前提とした設計内容となっている。Yeghvard 貯水池計画地点の冬期の気温は-20℃を下回るため、上記基準に記載されている、寒冷地での建設への配慮事項を必要に応じて取り入れる必要がある。

一方、Yeghvard 貯水池 No.1 堤体には、施工途中のコンクリート製取水施設が残置されており、その配置から、堤体内に設備を配置する計画であったと判断される。このような構造は、地震時にコンクリート構造物と土構造物の間に隙間が発生することから、本邦では認められていない構造である。このことから、上記設計基準は耐震設計への配慮が十分でないといわれる。

上記を考慮すると、F/S 段階での設計は上記基準をそのまま適用するのではなく、関係機関と協議のうえ、必要に応じて本邦での設計思想を取り入れて実施することが望まれる。

2-6-2 貯水池耐震基準

貯水池の安定計算方法は上述の『Construction Codes 2.06.05-84*』に示されているが、この計算に必要な地震動により発生する加速度（以下「地震加速度」と称す）の算定方法は別途『Earthquake resistant construction design codes RABC II-6.02-2006』（以下「耐震基準」と称す）で規定されている。耐震基準には一般的な地震加速度の考え方に加え、住居・公共・商業施設、運輸施設、水利施設について、その施設構造の特徴に応じた地震加速度の考え方が示されている。加えて、免震構造の設計手法や、損傷を受けた施設の修復設計の考え方も記載されている。なお、原子力発電所はこの基準の対象外となっている。

貯水池の安定計算に設計に用いる地震加速度は、地盤条件と施設構造の両面を考慮した、次式により設定することとなっている。

$$a_{dk} = g \times A \times k_0 \times k_1 \times k_2 \times \sqrt{\sum_{i=1}^v (\beta_i \times \eta_{ki})^2}$$

ここに、

a_{dk} : ポイント k における地震加速度

g : 重力加速度 (9.8m/sec²)

A : 貯水池計画地点における 500 年確率水平方向地震動 (鉛直方向地震動は 0.7A)

k_0 : 地盤条件係数

k_1 : 許容損傷係数

k_2 : 施設重要度係数

β_i : 施設の固有震動から設定される i 次モードにおける係数

η_{ki} : ポイント k における i 次モードにおける有効質量比

上記係数のうち、 A 、 k_0 、 k_1 、 k_2 は図 2-6.1 および表 2-6.2~2-6.4 に示すように、耐震基準内に設定すべき値が明記されている (Yeghvard 貯水池に該当するものは赤枠で示している)。一方、 β_i および η_{ki} についてはそれを算定するための解析 (固有値解析) が別途必要となる。

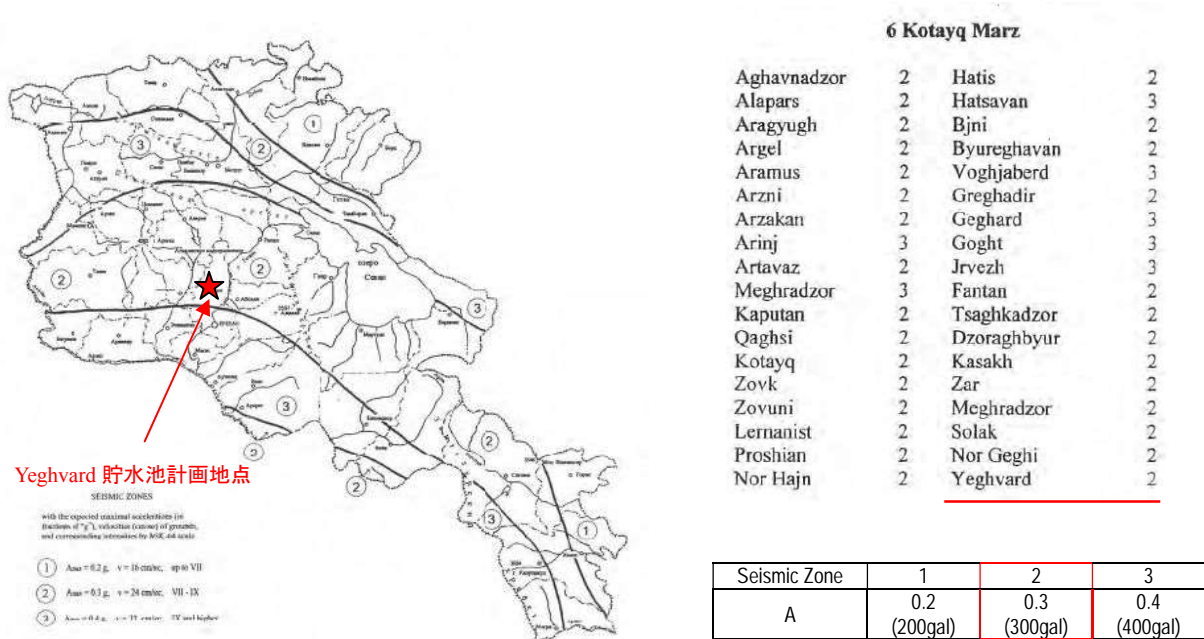


図 2-6.1 500 年確率水平方向地震動 (A)

表 2-6.2 地盤条件係数 (k_0)

Soil Category	Vertical section of soil is uniform	Vertical section of soil is non-uniform	
		Share Wave propagation velocity V_s (m/sec)	Predominant period T_0 (sec)
I	Hard rocks of all types	$800 < V_s$	$T_0 <= 0.3 \text{sec}$
II	Rocks *Macro-fragmental ground not assigned to Category	$500 < V_s < 800$	$0.3 < T_0 <= 0.6 \text{sec}$
III	Water saturated gravelly sands of high and medium coarseness, high and medium density	$150 < V_s < 500$	$0.6 < T_0 <= 0.8 \text{sec}$
IV	Loose sands regardless of grain size and water content	$V_s < 150 \text{m}$	$0.8 \text{sec} < T_0$

Soil Category	Seismic Zones		
	1	2	3
I	0.7	0.8	0.9
II	1.0	1.0	1.0
III	1.3	1.2	1.1
IV	1.5	1.3	1.0



※基礎地盤分類と図 2.6.1 から把握される計画地点の Seismic Zone から設定

※Yeghvard 貯水池の基礎地盤分類は現時点では不明

表 2-6.3 許容損傷係数 (k_1)

Condition	k_1
For class I water-retaining hydrotechnical structures	0.40
For other concrete and reinforced concrete hydrotechnical structures	0.35
For earth-fill structures	0.30

表 2-6.4 施設重要度係数 (k_2)

Condition	k_2
For class I water-retaining hydrotechnical structures	1.2
For other concrete and reinforced concrete hydrotechnical structures	1.0

※Yeghvard 貯水池の k_2 は 1.0 と考えられるが、コンクリート構造物を想定した記載であり、土構造物に適用した際の数値は F/S 時に確認する必要がある。

2-7 円借款事業の契約手続き

1) 円借款事業の契約手続き

「ア国」において建設までに必要な手続きは 1)フィージビリティスタディ (F/S)、2)借款要請、3)借款交渉、4)借款契約、5)詳細設計、6)建設である。借款交渉においては、「ア国」側に外務省主導による内部検討委員会 (Intra Governmental Discussion) が設置され、借款契約 (案) に対する関係機関からのコメント対応、借款契約 (案) の修正・最終化等がなされる (借款交渉の詳細手順は図 2-7.1 参照)。

最終化された借款契約 (案) を元に、日本国-「ア国」政府間において最終的な交渉が実施され、借款契約が交わされる。なお、締結された借款契約は「ア国」内において、憲法裁判所による「ア国」内および国際法との適合性確認、国会による契約の批准、大統領による署名 (承認) がおこなわれる。(借款契約の詳細手順は図 2-7.2 参照)

なお、「ア国」においては建設許認可のための公式手続きはなく、大統領の署名をもって、事業実施の承認 (詳細設計・建設段階への移行許可) となる。

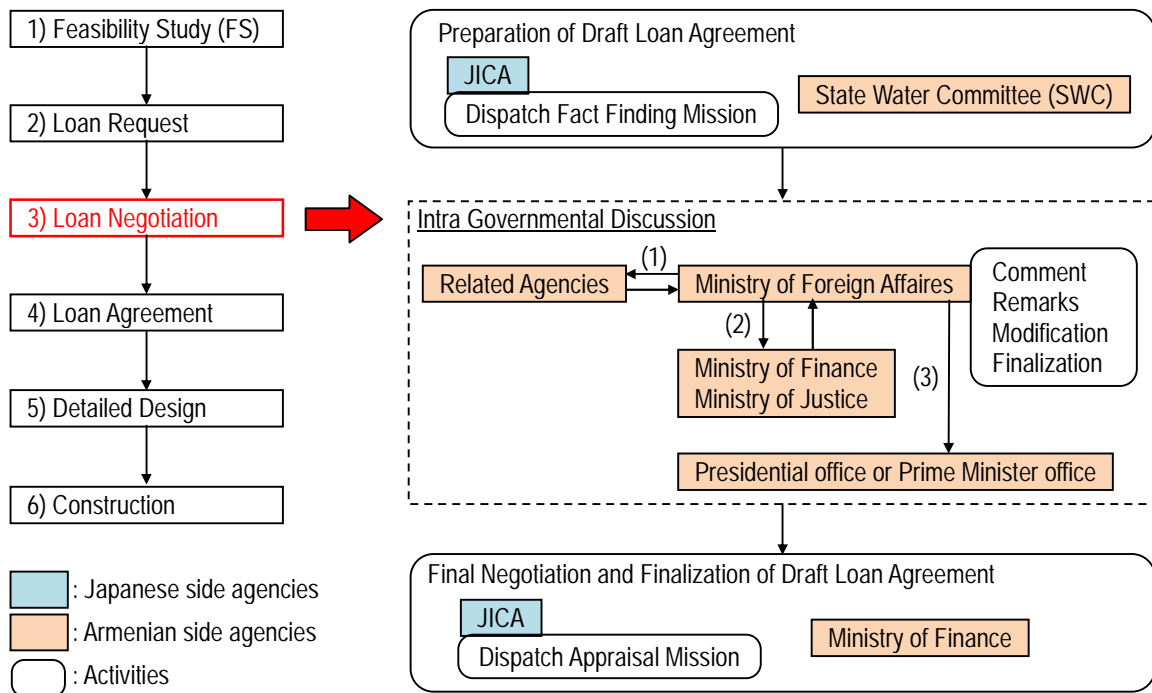


図 2-7.1 借款交渉の流れ

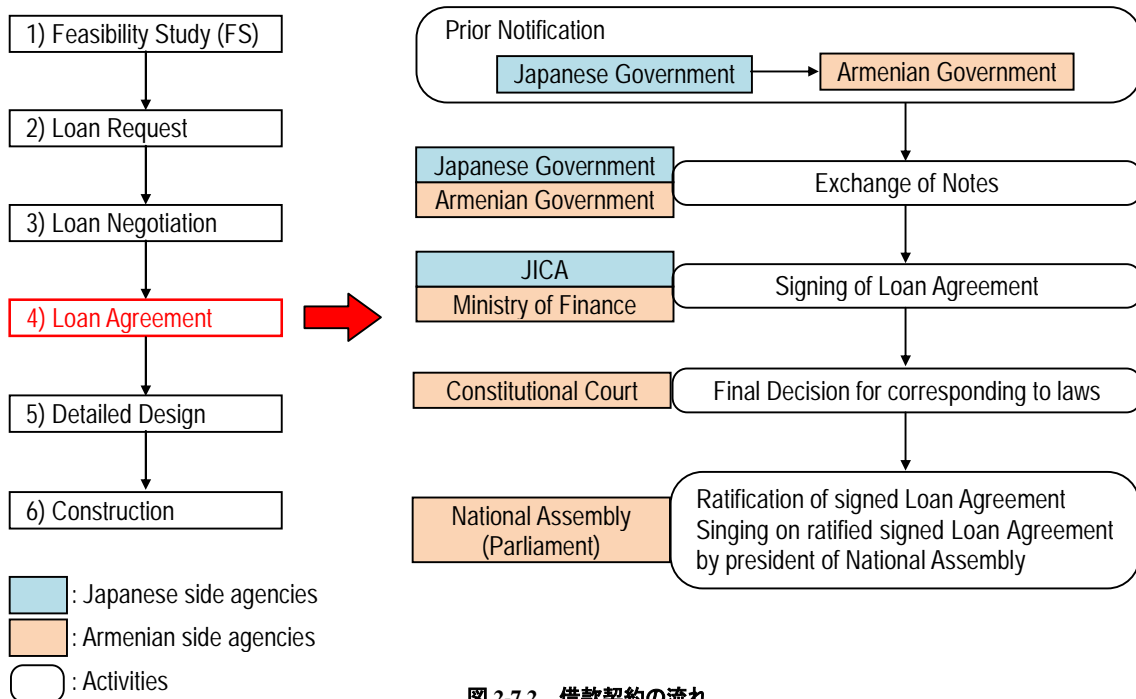


図 2-7.2 借款契約の流れ

2) 建設時に留意が必要な事項

以下は、建設実施時に留意が必要な主たる事項と、「ア国」における対応の概要である。

a. 通関（主管：財務省）

「ア国」には基本的に免税措置は存在しない。「ア国」には課税に関する法・規定があり、課税対象項目および課税条件はこれらに記されている。これらの法・規定を基に、援助国と「ア国」の2国間にてプロジェクトにおける課税対象項目や条件について予め交渉が実施され、その結果は借款契約に明記される。

b. 土地収用（主管：国家土地委員会）

施設設置のための土地収用については規定が、建設工事のための一時的な土地借用については法律がある。土地の収用価格・借用価格は市場価格を基に土地の所有者と個別に交渉が行われる。なお、現在 Yeghvard 貯水池計画地点において、農業が営まれている。ただし、農民は貯水池建設が始まると営農活動を中止し、立ち退くことを理解している。

c. 自然材料（砂等）採取（主管：電力・自然資源省）

自然材料採取に関する法が存在するため、この法律に遵守して実施する。

d. 環境基準（主管：自然保護省）

建設中に準拠すべき騒音・粉塵・水質等の基準値が示された基準が存在する。当該プロジェクトで対象となる項目およびその基準値は「環境管理計画」（2.8 環境社会配慮手続き参照）に明記され、建設期間を通してモニタリングされる。

2-8 環境社会配慮手続き

1) 環境アセスメントに係る法律

2014年8月9日に、環境社会配慮に係る法律である『Law on EIA and expertise』（以下環境法と称する）が発行された。従前の法律は『Law on expertise』であり、この従前の基準にEIAに関する事項が加わり、改訂されたものである。環境法は「ア国」における環境アセスメントに係る唯一の法律である。なお、環境法は発効されたばかりであり、Yeghvard、Kaps、Vediの各貯水池が本法律に従ってアセスメントを行う初めての貯水池事業となる。

2) 事業のカテゴリー分け

対象事業は環境社会に与える影響の大きさに応じてA、B、Cのいずれかのカテゴリーに分類される。水利施設のカテゴリー分けの基準は表 2-8.1 に示すとおりであり、Yeghvard 貯水池の貯水容量は90MCMであるため、カテゴリーAに分類される。

表 2-8.1 水利施設におけるカテゴリー分類基準

カテゴリー	A	B	C
対象構造物規模	<ul style="list-style-type: none"> 貯水容量 1MCM 以上の貯水池、人工湖 対象人口 50,000 人以上の下水処理施設 	<ul style="list-style-type: none"> 対象人口 5,000~50,000 人の下水処理施設 	<ul style="list-style-type: none"> 5km 以上の長さを有する集排水路

3) 各段階で必要な環境社会配慮

環境社会配慮は、今後 F/S、詳細設計 (D/D)、施工段階で実施する必要がある。各段階で実施する環境社会配慮の名称および主な実施事項は以下に示す通りである (PIU の担当者への聞き取り調査結果)。

a. Pre Assessment (F/S 段階)

主な実施事項は、スコーピングおよび次段階以降に実施するアセスメントのフレームワークの作成である。

b. Environmental and Social Impact Assessment (ESIA) (D/D 段階)

主な実施事項は、施工時のモニタリングに用いる環境管理計画の策定である。アセスメント結果を受け、表 2-8.2 に示すような、施工時にモニタリングが必要な活動、活動により生じる負の影響、対策、対策実施主体、モニタリング実施主体が明記される。

c. Monitoring (施工段階)

ESIA で作成された環境管理計画に基づき、モニタリング実施主体が、該当項目のモニタリングを実施する。モニタリング結果は PIU に一元集約される。

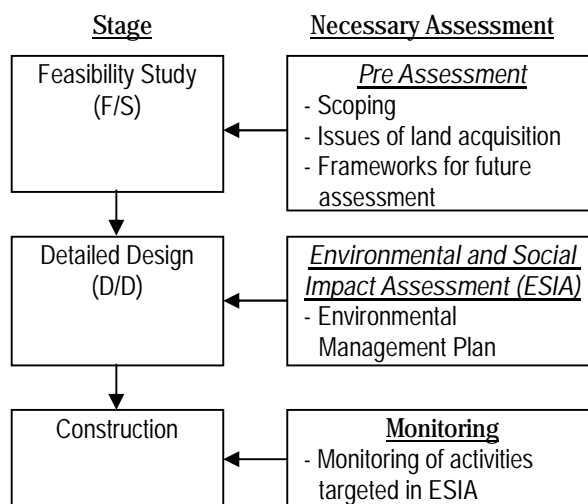


図 2-8.1 段階毎に必要な環境アセスメントと主な実施事項

表 2-8.2 環境管理計画例

No.	Activity	Negative impacts by activity	Counter measures against negative Impacts	Responsible agency to execute counter measures	Responsible agency for monitoring
1	Excavation to take soil material	Deforestation	Forestation	Contractor	MNP
2					

4) Pre-Assessment および ESIA 手順

環境法に記載されている、Pre Assessment および ESIA の手順は図 2-8.2 に示すとおりであり、大きく準備段階 (Initial Stage) と実施段階 (Main Stage) に分けられる。なお、Pre Assessment および ESIA と同じ手順となる。

カテゴリ C 事業については準備段階まで、カテゴリ A および B 事業については実施段階までが対象となる。なお、カテゴリ A 事業と B 事業で求められる評価項目の相違については、環境法中に記載は存在しない。

a. 準備段階 (Initial Stage)

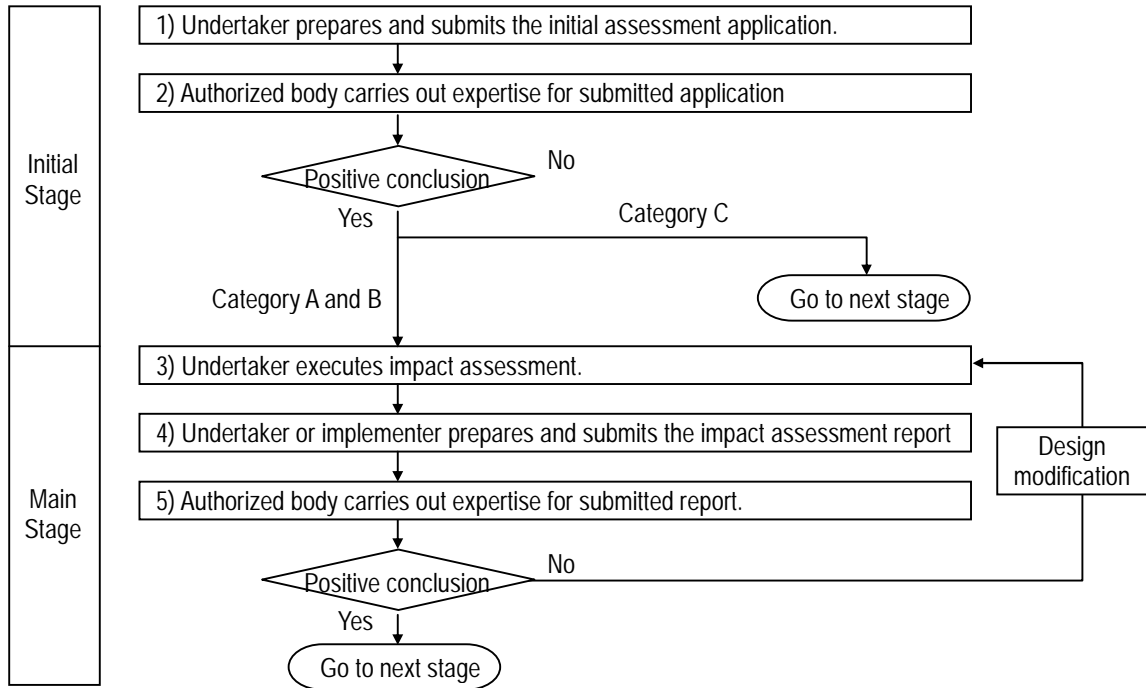
アセスメント申請書の作成およびその審査が行われる。審査の内容は a)事業が環境に与える影響の予測、b)カテゴリ A および B 事業に対する、実施段階で評価する項目の選定、c)カテゴリ C 事業に対する結論等である。審査は申請書が提出されてから 30 日の間 (土日を除く) に実施される。

b. 実施段階 (Main Stage)

準備段階での審査結果に基づき、環境影響評価を実施する。その結果は報告書に取りまとめられ、審査される。カテゴリ A 事業は 60 日間、カテゴリ B 事業は 40 日間 (いずれも土日を除

く) で実施される。

なお、審査結果については Authorized Body (Yeghvard 事業では自然保護省) の HP にて 7 日間公表される。また、審査後 1 年の間に当該事業に進捗がない場合、審査結果は無効となる。



*Authorized body will be Ministry of Nature Protection in Yeghvard Project

図 2-8.2 “Pre Assessment” および “ESIA”手順

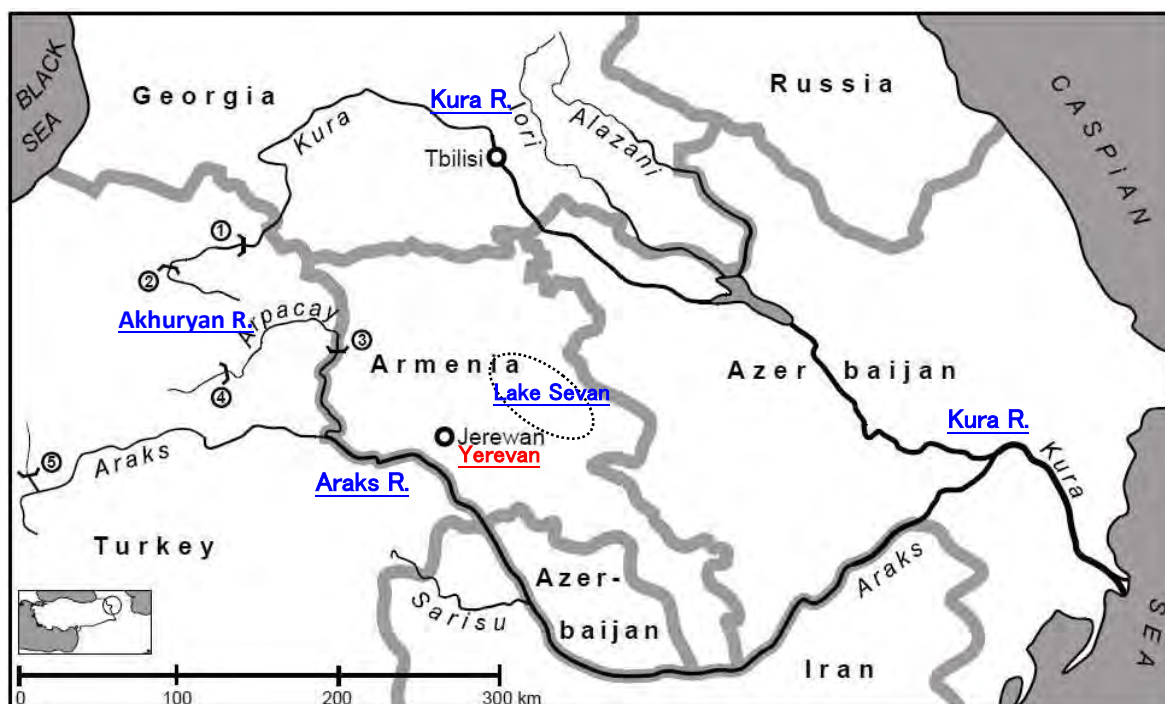
5) 国際協力機構環境社会配慮ガイドラインの主な相違点

『国際協力機構 環境社会配慮ガイドライン (2010 年 4 月)』においては、環境社会配慮の実施主体は被援助国側とされている。一方「ア国」環境法においては、図 2-8.2 に示す通り、実施主体は実施者 (Undertaker) という標記にとどまっている。なお、PIU、援助国側コンサルタント共に実施者になりうるが、「ア国」においては、これまで援助国側コンサルタントが実施者であった。このため、PIU は Yeghvard 事業に係る環境影響評価は、これまでと同様に日本側により実施されるという認識である。

なお、上記事項は、本件の F/S 開始時にあらためて検討されるべき事項である。

2-9 国際水利権・河川協定の近況

本調査で国際河川の水利権として留意対象となる Araks 川は、Armenia 高地を源流とし、トルコ国内を東方に向かい、その後アルメニア、イランおよびアゼルバイジャンとの国境線上を流下し、Kura 川と合流しカスピ海に注ぎ込む (図 2-9.1 参照)。



(1) Koroglu Dam (planned) 出所: Cooperation on Turkey's transboundary waters, 2005

- (2) Besikkaya Dam (planned)
- (3) Arpacay Dam (Akhuryan Dam)
- (4) Bayburt Dam (under construction)
- (5) Demirdoven Dam

図 2-9.1 アルメニア国とその周辺の国際河川

国際河川である Araks 川を取り巻く水利協定を概観すれば、表 2-9.1 のとおりである。

表 2-9.1 アルメニアとその周辺国の過去の国際河川に関する水利協定

対象国	合意時期	概要
1. トルコ、ソ連下アルメニア	1927年1月	Araks川およびAkhuryan川からの取水量を各国1,230MCM/年(水利権50:50)とする。
2. トルコ、ソ連下アルメニア	1927年1月	Araks川を横断する頭首工に関する調査・建設に関する協議。施設規模、両国による共同開発の確認(取水量50:50)
3. トルコ、ソ連下アルメニア	1973年10月	Akhuryan川におけるダム共同開発に関する協議(取水量50:50)
4. イラン、ソ連下アルメニア	1957年8月	Araks川とAtrak川の灌漑、電力、生活用水利用に関する取水を50:50とし、共同開発する。
5. ソ連下のグルジア、アルメニア共和国	1971年11月	Debed川(Kura川支流)における頭首工建設後の取水量に関する詳細協議
6. ソ連下のアゼルバイジャン、アルメニア共和国	1962年10月	セヴァン湖に流入するArpa川の水力利用に関する協議
7. ソ連下のアゼルバイジャン、アルメニア共和国	1990年4月	Araks川支流のVorotan川の流量調節量に関する協議、1990年時点の河川流量を50:50で両国分担する。

出所: Armenia Integrated Water Resources Management Plan

「ア国」を含むCaucasus 3国は1922年に旧ソ連結成に参加しているが、当時の旧ソ連下の「ア国」とトルコは、1927年1月に「Convention on Water Use from Transboundary Rivers, Small Rivers and Brooks of the Union of Soviet and Turkey」により、Araks川およびAkhuryan川(別名: Arpacay)の取水量を各々年間1,230MCMずつ(50:50)で合意に至っている。また、同年旧ソ連がAraks川に頭首工を建設することを計画し、トルコの下承を得、建設後の取水量50:50による共同管理が謳われている。その後も1973年10月、Akhuryan川(トルコ-アルメニア国境上)における貯水池建設に合意が得られている。その他、旧ソ連とイランの2国間または当時旧ソ連下の共和国間(ア

ルメニア-アゼルバイジャン間、等) についても国際河川または共和国間の水利権については、50:50 が基本となっている。

上述した協定の全てが 1991 年の「ア国」独立前のものであるが、SCWE の関係者は、同協定は今日も有効であると理解している。その背景には、現在「ア国」とトルコ国間には国交は有しないものの、国境を跨ぐ Akhuryan 貯水池の運用に関して、両国の水セクター関係者が定期的に会合を持ち、50:50 の使用量を確認していることがある。

また、Akhuryan 貯水池は旧ソ連時代の 1980 年後半に完成し、独立後も共同運用を行ってきた。同貯水池が建設された際、貯水池への必要放流量として、両国内の Akhuryan 流域面積の比率に基づき、各々「ア国」側 150MCM/年、トルコ側 350MCM/年を取り決めている。現在 F/S 調査が進捗中である Kaps 事業についても、「ア国」政府は 150MCM/年の放流を遵守することで、計画を進めている。

なお、「ア国」と周辺国の河川調整を支援している国際機関は、現時点で存在しない。

2-10 他ドナーの動向、事業内容

「ア国」に対する各ドナー上位 5 ヶ国の ODA 供与実績の推移を表 2-10.1 に示す。全体総額で、2009 年以降減少傾向にあり、2012 年度は 2008 年の 5 割程度と留まっている。アメリカおよびドイツが過去 5 年間に亘り、毎年供与上位に位置する援助国であり、上位にあった日本は、2011 年より激減している。

表 2-10.1 主要ドナー国（上位 5 ヶ国）の ODA 実績の推移 単位：百万 USD

年度	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年
1 位	アメリカ: 93.8	日本: 98.7	アメリカ: 91.6	アメリカ: 90.5	ドイツ: 44.9
2 位	日本: 57.7	アメリカ: 78.5	日本: 77.5	ドイツ: 40.9	アメリカ: 37.6
3 位	ドイツ: 27.9	ドイツ: 31.0	ドイツ: 16.7	日本: 7.4	フランス: 8.1
4 位	イギリス: 6.6	フランス: 5.7	フランス: 4.5	フランス: 5.6	スイス: 3.9
5 位	フランス: 5.5	ノルウェー: 3.1	ノルウェー: 3.6	デンマーク: 4.2	ノルウェー: 3.3
総額	208.9	235.0	205.8	164.7	108.4

出所：DAC, International Development Statistics（上位 5 ヶ国のため、合計は合わない）

農業・灌漑分野における 1994 年以降のドナー国、国際機関の支援状況は、表 2-10.2 のとおりである。実施済み事業として、既設ダム、取水施設、幹線・支線灌漑用水路の改修・改善がその主な内容である。また、ほぼ全ての改修・改善事業で、農業灌漑セクターにおける最重要課題となっているポンプ灌漑から重力灌漑への転換を目的としている。即ち、ポンプを主たる水源とする灌漑地区における WUA が政府の補助に依存せざるを得ないこと、それによる政府予算の圧迫が如術に現れていると言える。加えて、取水施設や用水路を改善することによる、灌漑効率の向上は消費水量の低減に繋がる。これは国家政策の一つであるセヴァン湖の保全に寄与することを目的としている。

F/S 調査として、Shirak Marz の Kaps 灌漑事業（ドイツ支援）および Ararat Marz の Vedi 灌漑事業（フランス支援）が現在最終段階に入っている。Kaps についてはダム決壊リスクの解消を主目的にあげているが、ポンプ依存度の低減も目指している。Vedi に至っては、現在 8 割近くをポンプ取水に依存しているが、貯水池建設による重力灌漑への転換を主目標としている。

なお、ドイツ（KfW）は 2015 年度から気候変動、温暖化にかかる調査を本格的に開始することを表明している。

表 2-10.2 農業・灌漑分野におけるアルメニア国に対する支援状況

プロジェクト名	事業概要、対象地区、灌漑面積、受益者等	ドナー	援助形態 (無償/有償)	事業費 (M.USD)	期間
1. Irrigation Rehabilitation Project (IRP)	全国 8 灌漑事業 (4 貯水池含む) に対する緊急支援事業：総灌漑水路延長 260km、付帯構造物 126 箇所、総排水路延長 310km、238 井戸の改修工事が実施された。	WB/ IFAD	実施 (有償)	52	1994 -2001
2. North-West Agricultural Support Project	「ア国」北西部参加型手法による水管理技術の向上支援：WUA の課題把握および WUA に対する効率的な水管理指導が実施された。	IFAD	実施 (無償)	n.a.	n.a.
3. Two Dam Safety Projects (DSPs) and IDSP (Irrigation Dam Safety Program) II	全国既存 74 貯水池の下流受益者の安全面に配慮した改修事業：総受益者 420,000 人の安全性が改善された。	WB	実施 (有償)	37	2000 -2009
4. Irrigation Development Project (IDP)	Araks 川取水灌漑施設の改修・拡張事業：取水施設および総延長 28km の幹線水路の改修・拡張が行われた結果、取水・送水量が 27 から 53m ³ /s に増加した。また、同プロジェクト下で組織化支援が行われ、WUA が設立した。	WB	実施 (有償)	36	2002 -2009
5. Program of Millennium Challenge in Armenia, Irrigated Agriculture Project	全国灌漑システム改修・改善および WUA 強化支援事業：幹線および 2・3 次水路の改善が行われ、いくつかのシステムでポンプから重力灌漑の移行が実現した。また、Ararat 平野でいくつかのポンプが更新され、排水ネットワークが改善された。	USAID	実施 (無償)	109	2006 -2011
6. Irrigation Rehabilitation Emergency Project (IREP)	Aragatsotn および Armavir Marz における緊急灌漑施設改修事業：総水路延長 90km が改修され、年間 97MCM (8,000ha 分) の灌漑用水量が節約されるに至った。	WB	実施 (有償)	36	2009 -2011
7. Additional Financing for Irrigation Rehabilitation Emergency Project (IREP)	灌漑施設改修緊急支援事業：総延長 110km (幹線 58km、3 次水路 52km) の水路改修を行った結果、年間 44MCM の送水ロスが軽減された。	WB	実施 (有償)	22	2011 -2013
8. Construction of Kaps Reservoir and Gravity Irrigation System	Shirak Marz の Akhuryan 川支流に 1980 年代時に建設が開始され、工事が中断しているダム在完成および既存灌漑システム改善にかかる F/S 調査：貯水量 25MCM、灌漑対象面積 2,280ha、事業費 94 百万 USD (Stage-1) で F/S レポートの審査中である (2014 年 9 月現在)。旧ソ連時代に中断したダムにより川が締切られ、トンネルで河川流量を下流に放流しているが、トンネルの老朽化から閉塞しダム決壊のリスクを有している。	ドイツ (KfW)	F/S 調査 (無償)	n.a.	2012 -2014
9. Construction of the Vedi Reservoir for Irrigation in the Ararat Valley	Ararat Marz の Vedi 川におけるダム建設と既存灌漑システム改善にかかる F/S 調査：最大貯水量 40MCM、灌漑対象面積 2,820ha、事業費 197 百万 USD (Option-2、他に Option あり) で F/S レポートの最終化途中である (2014 年 9 月現在)。既存灌漑システムは、現在その取水量の 77% をポンプに頼っているが、貯水池建設による重力灌漑への移行を主目的としている。	フランス (AFD)	F/S 調査 (無償)	n.a.	2012 -2014
10. Toward Integrated Water Resources Management: Revisited	「ア国」全土を対象に 2002 年に初版が策定され、その後の水資源環境の変化を踏まえ、2014 年に見直しを行った調査：灌漑現況を踏まえ、将来の水資源・灌漑戦略の展望を示唆している。	WB	政策支援 (無償)	n.a.	2013 -2014

出所：JICA 質問票に対する「ア国」側回答書、Kaps、Vedi 灌漑事業 F/S レポートより

第3章 Yeghvard 灌漑整備事業地区の現状と現行整備計画

3-1 自然条件

Yeghvard 灌漑地区は、Hrazdan 川の西部に広がる地域である。Yeghvard 貯水池計画地点の標高が約 1,300m であり、受益地区は、800m~1,300m の範囲に広がる。地区の中央部には、Aragats 山を水源とする Kasakh 川が流れる。Yeghvard 灌漑整備事業地区の北側を流れる Arzni-Shamiram 水路は、Hrazdan 川の標高約 1,400m を取水地点として、末端地点で 1,250m 程度の標高に向けて流れる開水路である。Lower Hrazdan 水路は、Hrazdan 川の標高約 1,000m を取水地点として、末端地点で標高 850m 程度の高さに向けて流れる開水路である。Yeghvard 灌漑整備事業地区は、行政内としては、Kotayk Marz、Aragatsotn Marz、Armavir Marz に位置する。

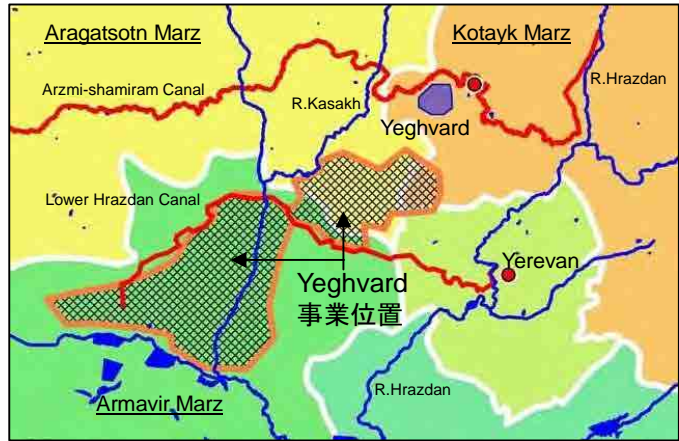


図 3-1.1 Yeghvard 事業位置と Marz

3-1-1 気象

過去 30 ケ年の月別気象データ（降水量、気温、相対湿度、風速、蒸発量）を収集した。収集データは、Appendix D-2 に示すとおりである。図 3-1.2 は、Hrazdan 川の流域内に設置されている Hrazdan 観測所の年間降水量と 30 ケ年の平均降水量を示したものである（Appendix D-3）。また、図 3-1.3 は、30 ケ年平均降水量（722mm）に対する各年の差分（折れ線グラフ）と近似曲線を示したものである。1990 年代の降水量に比べると、2000 年代以降の方が降水量は多い傾向にあることが分かる。

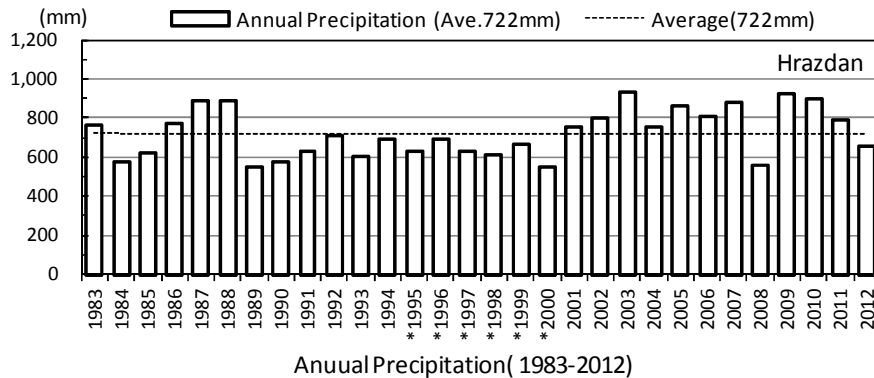


図 3-1.2 Hrazdan 観測地点の年降水量

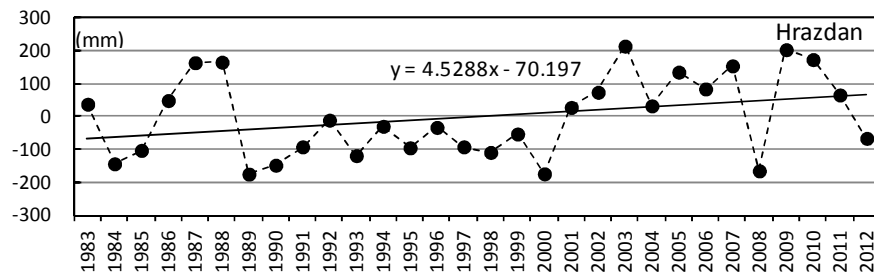


図 3-1.3 Hrazdan 観測地点の年平均降水量に対する各年の差

図 3-1.4 は、Hrazdan 観測所（標高 1,765m）と Yeghvard 観測所（標高 1,337m）における過去 30 年間の平均気温、降水量、蒸発量を月別に平均値で示したものである。降水量は 4 月、5 月をピークとして、その後は 8 月に向けて少雨となる。蒸発量は、6 月が最大であり、夏期には降水量を上回る蒸発量が観測されている。なお、Hrazdan 観測所の 30 年平均降水量が 722mm であるのに対して、Yeghvard 観測所の 30 年平均降水量は 445mm である。

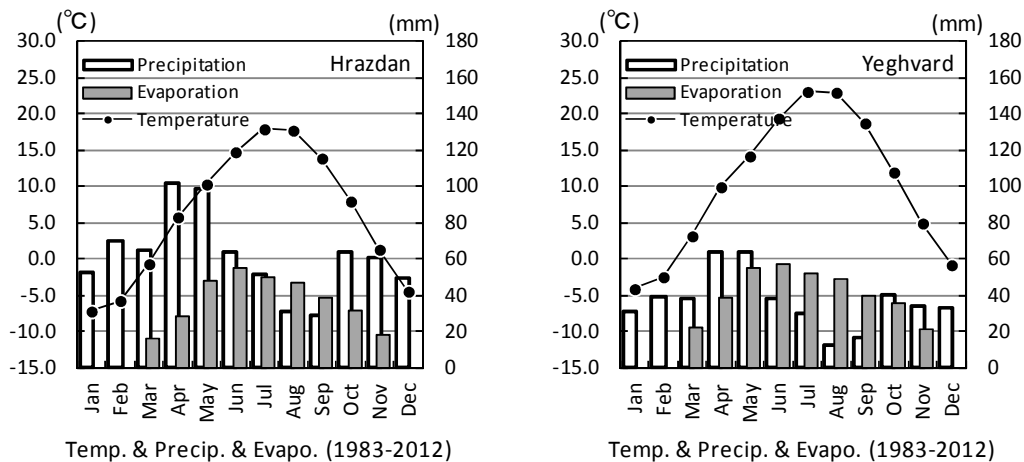


図 3-1.4 Hrazdan 観測地点と Yeghvard 観測地点の気象状況

降水量の特徴を見るために、年間降水量の確率計算を行う。確率計算の結果、30 年間（1983～2012 年）の計算基準期間のうち、最近年の渇水傾向の年である 2008 年は 1/13 確率渇水年（92% 確率）、2012 年はほぼ 1/4 確率渇水年（67% 確率）である（表 3-1.1 参照）。なお、2000 年に入ってから降水量は増加傾向にある。至近 10 年間（2003～2013 年）を対象に確率計算を行うと、2008 年は 1/65 確率渇水年（98% 確率）、2012 年は 1/8 確率渇水年（88% 確率）である。至近 10 年間の年間降水量について評価すると、2008 年の状況は極めて渇水の状況であったと言える（表 3-1.2 参照）。

表 3-1.1 30 年を対象とした 2008 年と 2012 年の確率計算

年	Probability (%)	Return Period
2008 年	92 %	1/13
2012 年	67 %	1/4

表 3-1.2 10 年を対象とした 2008 年と 2012 年の確率計算

年	Probability (%)	Return Period
2008 年	98 %	1/65
2012 年	88 %	1/8

3-1-2 水文

1) 月別データ

Hrazdan 川で 3 地点、Kasakh 川で 1 地点の河川流量データを収集した。収集データは、Appendix D-4 に示す。図 3-1.5 に Hrazdan 川における Hrazdan 観測値と Lusakert 観測値の合計流量、図 3-1.6 に Kasakh 川における Ashutarak 観測値の流量データを示す。過去 30 年間の河川流量データから、両方の河川とも 4 月、5 月にかけて河川流量は急激に増加し、その後は小流量状態が繰り返されることが分かる。なお、図 3-1.5 と図 3-1.6 には、至近 10 年間（2003～2012 年）について掲載し、それ以外の年については Appendix D-4 に掲載する。

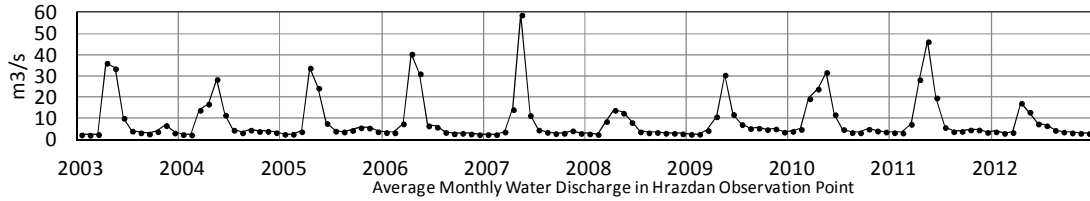


図 3-1.5 Hrazdan 川 (2003-2012)

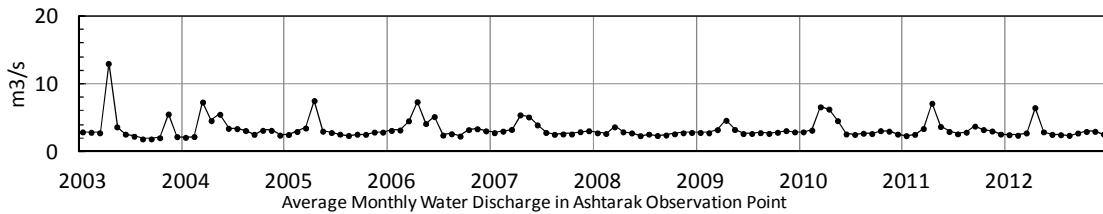


図 3-1.6 Kasakh 川 (2003-2012)

2) 10 日間データ

Hrazdan 川から幹線水路への水供給は WSA (Water Supply Agency)、2 次水路以降の灌漑システムは WUA (Water User Association) が管理しており、水管理の最小期間は 10 日間平均データである。そこで、今回の調査においては、水管理の最小単位である 10 日間平均データについて、最近年の流量状況を反映しうる 10 ケ年 (2003 年～2012 年) を対象に収集した (Appendix D-5)。

図 3-1.7 は、Hrazdan 川 (Hrazdan 観測所と Lusakert 観測所を合計したもの) および Kasakh 川 (Ashtarak 観測所) の 10 日間平均流量の確率計算結果である。各線は、50%確率洪水流量 (再現年 1/2)、75%確率洪水流量 (再現年 1/4)、90%確率洪水流量 (再現年 1/10) を表している。Hrazdan 川、Kasakh 川ともに、3 月後半ごろから河川流量は増加し、4 月から 5 月にかけて最大流量となることが分かる。

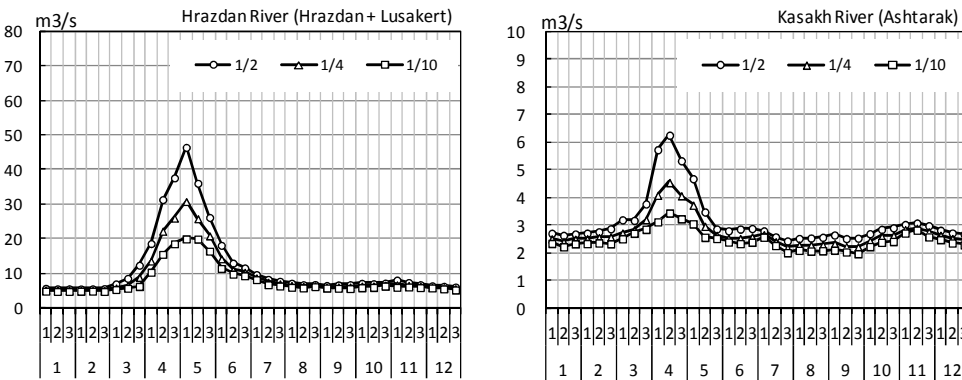


図 3-1.7 Hrazdan 川および Kasakh 川の 10 日間平均流量確率計算結果

3-1-3 水資源

図 3-1.8 は、Hrazdan 川における自流域からの流入量とセヴァン湖から供給されている水量の内訳を示したものである。収集データによると、セヴァン湖の水位は 2002 年以降上昇傾向にあり、セヴァン湖には自然河川からの流入の他、Arpa-Sevan トンネルを利用して導水が行われている (2010 年実績で 240MCM)。灌漑用水としてセヴァン湖から供給できる水量の上限は、洪水の年以外は 170MCM である。

一方、図 3-1.8 左図によると、2008 年と 2012 年におけるセヴァン湖からの供給量は 170MCM

を超えており、顕著な水不足状況であったことが分かる。なお、2014年も水不足傾向なため、「ア
国」政府は8月にセヴァン湖の利用上限値を通常の170MCMから270MCMに引き上げている。

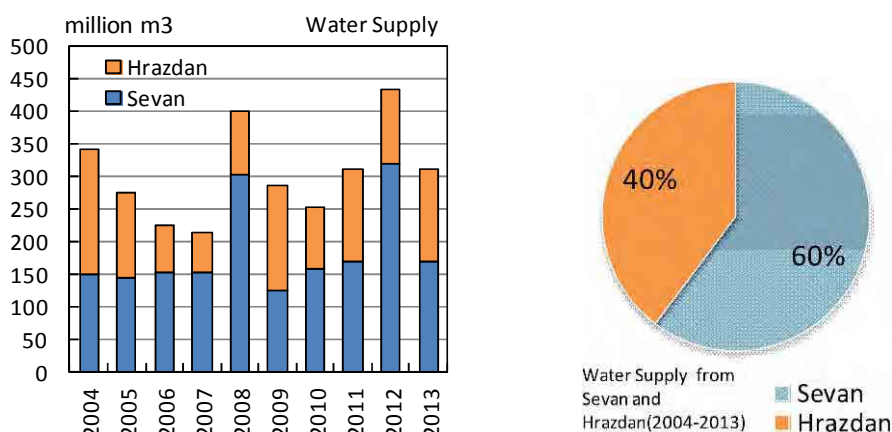


図 3-1.8 灌漑利用水量における Hrazdan 川自流域からの流入量とセヴァン湖からの導水量の割合

3-2 農業・営農状況

3-2-1 農業生産

Yeghvard 灌漑整備事業対象地域は約 12,200ha が計画されているが、この対象地域に限定した農業生産統計は存在しない。従って、対象地域が位置する Kotayk、Aragatsotn、Armavir の 3 つの Marz の農業生産事情を、“2-3 農業セクター”や“Appendix C 農業関連情報”で示した各種農業統計資料を基に以下に述べる。なお、対象地域は、Kotayk Marz に 2,428ha (19.9%)、Aragatsotn Marz に 1,739ha (14.3%)、Armavir Marz に 8,033ha (65.8%) が含まれ、Kotayk Marz と Aragatsotn Marz 内の対象地域は、いずれも Armavir Marz に隣接していることから、対象地域全体としては Armavir Marz に近い農業が営まれている。

1) Kotayk Marz

2006 年現在、Kotayk Marz の農家数は 37,620、農地面積は 41,649ha、平均農地面積は 1.11ha/農家である。同 Marz では穀物の作付面積が半分以上を占め、作目の多様化は余り進んでいない。穀物以外では、果樹の栽培面積が比較的多い。3 つの Marz の中では一番農業条件に恵まれておらず、各作物の収量は全国平均を下回り、3 つの Marz の中で最低である。家畜は家禽類の飼育が盛んであり鶏卵も全国有数の産地である。ただし、養鶏が盛んな地域は、対象地域の外に位置している。

2) Aragatsotn Marz

2006 年現在、Aragatsotn Marz の農家数は 37,165、農地面積は 58,159ha、平均農地面積は 1.56ha/農家である。Kotayk Marz 同様穀物の作付面積が半分以上を占め、全国でも有数の穀物生産量を誇る。穀物以外では、飼料作物や果樹の栽培面積が比較的多く、ブドウの栽培面積も全国的には多い。各作物の収量は概ね全国平均レベルである。家畜はウシ、ヒツジ/ヤギの飼育が盛んであり、穀物と共に地域農業の柱となっている。対象地域内ではブドウ栽培の比率が非常に高く、それに穀物、畜産を組み合わせた営農が行われている。

3) Armavir Marz

2006 年現在、Armavir Marz の農家数は 50,347、農地面積は 47,577ha、平均農地面積は 0.95ha/

農家である。同 Marz は Ararat Marz と共に、全国を代表する野菜、果樹、ブドウの産地を形成しており、比較的小さな経営規模で集約的な営農が行われている。そのため、穀類の作付面積は全体の 2 割に満たない。気候・土壌条件に恵まれ、各作物の収量は全国のトップレベルにある。家畜は、ウシの飼育はそれほど盛んでないものの、ブタ、家禽類の飼育が盛んであり、鶏卵生産量は全国一を誇る。

3-2-2 作物生産と技術レベル

上述のように、対象地域 12,200ha の農業生産統計データは存在しないが、2013 年現在の主要作物種類別作付面積が PIU より明らかにされている（表 3-2.1 参照）。対象地域には 5 つの WUA の管轄地があるが、Yeghvard WUA が Kotayk Marz、Ashtarak WUA が Aragatsotn Marz、残り 3 つの WUA が Armavir Marz に属している。2013 年に実際に灌漑されたのは、12,200ha のうちの約 9,220ha であるが、この地域は灌漑無しでは作物栽培が難しい地域であることから、灌漑地＝作物栽培地となっている。2013 年の作物栽培地の約 79%は、Armavir Marz に属する 3 つの WUA 管轄地に広がっている。

表 3-2.1 対象地域の作付け状況（2013 年）

Name of WUA	Farmland in Cadaster (ha)	Planted Area/Irrigated Area (ha)						
		Wheat	Vegetables	Grape	Orchard	Perennial grass	Others	Total
1 Yeghvard	2,428	152.0	53.0	76.0	348.0	213.0	208.4	1,050.4
%	-	(14.5)	(5.0)	(7.2)	(33.1)	(20.3)	(19.8)	(100.0)
2 Ashtarak	1,739	109.0	81.0	416.0	69.0	67.0	174.0	916.0
%	-	(11.9)	(8.8)	(45.4)	(7.5)	(7.3)	(19.0)	(100.0)
3 Vagarshapat	639	294.0	197.0	9.0	25.0	23.0	57.0	605.0
%	-	(48.6)	(32.6)	(1.5)	(4.1)	(3.8)	(9.4)	(100.0)
4 Khoy	5,236	1,107.0	1,222.0	766.0	523.0	347.0	1,128.0	5,093.0
%	-	(21.7)	(24.0)	(15.0)	(10.3)	(6.8)	(22.1)	(100.0)
5 Aknalich	2,158	362.0	554.0	96.0	25.0	188.0	331.0	1,556.0
%	-	(23.3)	(35.6)	(6.2)	(1.6)	(12.1)	(21.3)	(100.0)
Total	12,200	2,024.0	2,107.0	1,363.0	990.0	838.0	1,898.4	9,220.4
%	-	(22.0)	(22.9)	(14.8)	(10.7)	(9.1)	(20.6)	(100.0)

出所：PIU, the State Committee for Water System

対象地域全体で見ると、コムギ、野菜、果樹（ブドウを含む）、その他（飼料用穀物、ジャガイモ等）が同程度の割合で栽培されており、作目の多様化が進んだ地域であるといえる。各 WUA の作付けの特徴は、以下のようにまとめることができる。

- Yeghvard WUA: 果樹、永年生牧草（アルファルファ）の比率が高く、野菜、コムギの比率が低い
- Ashtarak WUA: ブドウの比率が高く、野菜、コムギの比率が低い
- Vagarshapat WUA: コムギ、野菜の比率が高く、果樹、その他の比率が低い
- Khoy WUA: 各作物が万遍なく栽培され、対象地域の典型的な特徴を示す
- Aknalich WUA: 野菜の比率が高く、果樹の比率が低い

対象地域の主要作物作期を Appendix-B に示すが、図 2-3.2 に示した作期と大きな差はない。主食であるコムギは秋播きされるが、多くの作物は春の訪れ（4～5 月頃）と共に作付けを行い、7～8 月頃に収穫される。一方、野菜栽培では、トンネルや温室による促成栽培も一般的に行われている。Armavir Marz では温室と共にドリップ灌漑の技術が広く農家に普及しており、対象地域内農家の生産技術レベルは比較的高い。Appendix-B には農家の自己申告に基づいた主要作物の収

量も示しているが、対象地域の各作物の収量レベルはかなり高いレベルにあり、ここからも対象地域の農家が比較的高い生産技術を有していることが推測される。ただし、農家の興味は量的増産技術に偏っており、農薬の適正使用等、食の安全・安心に繋がる技術の普及は、これから取り組む課題となっている。

3-2-3 水利組合

対象地域は5つのWUA管轄地域に広がっているが、これら全てのWUAは対象地域外にも管轄地域を有している。表3-2.2に示すように、対象地域内には27のコミュニティが含まれており、WUAメンバーは合計11,179名を数える。農家一軒当たりの平均家族数は約5名と推測されることから、対象農家の家族数まで含めると約56,000名になる。対象地域内の登記農地面積は12,200haであるが、2013年にはこの内9,220haに灌漑が行われている。従って、対象地域の灌漑率（灌漑面積/登記農地面積）は75.6%となるが、本事業の実施によって、全ての登記農地面積が灌漑される（灌漑率100%になる）計画である。2013年のWUAメンバー当たりの平均灌漑農地面積は0.82haである。

5つのWUAの中ではKhoy WUAが最大の面積を占めており（全体の約半分）、灌漑率も一番高い。“3-2-2 作物生産と技術レベル”でも述べたように、Khoy WUAの作物生産状況は対象地域全体の状況と似通っており、対象地域を代表するWUAとして位置づけられる。

表 3-2.2 対象地域の水利組合

No.	WUA	Number of Communities	WUA Members	Farmland in Cadaster (ha)	Irrigated Farmland 2013 (ha)	% of Irrigated Farmland	Irrigated Farmland per Member(ha)
1	Yeghvard	3	1,194	2,428	1,050.4	43.3	0.88
2	Ashtarak	4	1,716	1,739	916.0	52.7	0.53
3	Vagarshapat	3	878	639	605.0	94.7	0.69
4	Khoy	13	5,378	5,236	5,093.0	97.3	0.95
5	Aknaich	4	2,013	2,158	1,556.0	72.1	0.77
Total		27	11,179	12,200	9,220.4	75.6	0.82

出所：PIU, the State Committee for Water System

3-2-4 農民が抱える問題点

対象地域内の異なる条件下にある4グループ（WUAメンバーとWUA職員）を対象に、コアプロブレムを「農業収入が十分でない」として、問題分析ワークショップを実施した。その結果を分析し、グループ毎に問題系図を取りまとめ灌漑も含めた営農上の問題点を明らかにした。対象4グループの概要を表3-2.3に示すが、その選定にあたっては、所属WUAの灌漑率、立地（平地/傾斜地）、主要灌漑水源の条件を考慮した。

表 3-2.3 ワークショップで選定した4グループの概況

No	Date	Group	Community	Total Area (ha)	Irrigated Area (ha)	Irrigated %
1	July 24, 2014 (Thu)	Khoy WUA (1) (Plain area, canal irrigation dominant)	Aragats	452.7	587.0	129.7
			Tsahkalanj	312.0	477.0	152.9
2	July 25, 2014 (Fri)	Khoy WUA (2) (Plain area, canal irrigation dominant)	Samaghar	532.6	469.0	88.1
			Haytagh	647.6	425.0	65.6
3	July 29, 2014 (Tue)	Aknaich WUA (Plain area, pump irrigation dominant)	Taronik	404.9	286.0	70.6
			Aratashen	723.8	651.0	89.9
4	July 30, 2014 (Wed)	Yeghvard WUA (hilly area, canal irrigation dominant)	Kasaak	634.0	301.0	47.5
			Proshyan	1139.7	336.4	29.5

出所：The JICA Study Team

その結果、グループ毎の深刻度は多少異なるものの、農家はほぼ共通して以下の問題を有していることが明らかとなった。なお、グループ毎のワークショップ結果の詳細は、Appendix-Bを参照されたい。

1) 農業普及サービス/政府支援の不足

多くの農家は、政府からの農業技術普及サービスが十分行われていないとの認識を有している。農業投入財の有効利用や、病虫害対策の問題解決に当たり、身近に専門知識を有する相談相手がいない状態を農家は問題と感じている。農業省の情報によると、ASMC (Agriculture Support Marz Center) を通して農業普及活動が実施されているが、末端農家のニーズを満たす活動とはなっていない可能性が高い。また、政府からは、種子、肥料の提供や農薬散布サービス等の農家支援策が実施されているが、それに関しても農家は十分とは感じていない。ただ、独立前の社会主義経済体制の頃の感覚から抜けきっていない農家が少なからずいることも事実であり、農業技術普及サービス=政府が何か物資を配布してくれるもの、といった誤った認識を有する農家も少なくない。

2) 高い営農コスト（農業投入財価格、灌漑費）

種子、肥料、農薬等の販売価格が毎年高騰しており、主要現金収入源である野菜や果樹の販売価格が期待するほどでない実態もあって、農家経営が圧迫されているとの意見が多い。また、灌漑料金についても高いとする意見があった。

3) 農業投入財（種子、肥料、農薬）の質の悪さ

多くの農家が、農業投入財の質の悪さを問題にしている。高価な種子を購入したのに発芽しない、肥料の効果が出ない、農薬が全く効かない等、様々な苦情が表明されている。このような品質上の問題が、上記の価格問題を余計に助長している。農業投入財を農家が適正に使用していない可能性もあるが、低品質の製品が多く市場で販売されており、その規制が十分行われていない実態が考えられる。

4) 土壌の劣化

土壌の劣化を問題とする農家が比較的多かったが、その原因を問うても農家から納得のいく回答を得られることが稀であった。土壌劣化は複合的な要因により引き起こされるため、農家も何が真の原因か掴みかねているのが実態と思われる。一部ではあるが、適切な輪作が行われていないこと、十分な耕起がされていないことを原因としてあげる農家もいた。

5) 農業機械（主にトラクター）の不足/老朽化

農業機械、特に農業用トラクターの不足を問題としてあげる農家が多く存在した。農民によると、多くのトラクターは老朽化が進んでおり、効率的な運用が難しいとのことである。農業省統計資料から計算する限り、農業用トラクター、コンバイン・ハーベスタの稼働台数は、農地面積に対してほぼ適正なレベルにあると考えられるが、農家の実感は異なるようである。その原因として、独立後の土地改革によって農地が細分化されたものの、農業機械の運用体制がそれに追いついていないことが考えられる。

6) 灌漑水の不足（末端水路の不備、水路維持管理の不足、地下水位の低下）と水質の悪化

対象地域では灌漑が作物栽培の必須条件であるため、灌漑は農家の最大の関心事であるが、デー

タ上灌漑条件に恵まれているグループ 1 (表 3-2.3 参照) でも、多くの農家が灌漑水不足を深刻な問題としてあげている。従って、この問題については今後もう少し詳細な検討を行う必要がある。灌漑水不足の原因としては、末端水路の不備を指摘する農家が多く、農地の細分化に適応した末端水路の整備が遅れている実態が伺える。また、Khoy WUA と Aknalich WUA では WUA が管理するポンプによって汲み上げた地下水に灌漑を依存する農家も多く、地下水位の低下（揚水量の低下、ポンプ用電気代の増加）を問題と考える農家も多かった。加えて、水質の劣化を問題としてあげる農家も少なからずいたが、営農上の具体的問題点については判然としなかった。これに関しても、今後の検討が必要と考える。

7) 適当な農業信用の不足（高利子、短期返済）

高騰する営農コストの影響を緩和するため、農業信用に興味を示す農家は少ない。政府による農業ローンの利子補填も実施されているが、多くの農家は、現在も農業ローンを身近な存在とは感じていないようである。農家によると、金利が高いこと、返済条件が短すぎて農業生産サイクルに合致しないこと、が主な問題として認識されている。また、農業金融制度に関する十分な知識を有していない農家も多く、このことも農家が農業信用を身近に感じない原因のひとつとなっている。

8) 自然災害（雹、低温被害）

調査期間中も対象地域では雹の被害が見られ、毎年雹による少なからぬ農作物の被害が発生している。政府は一部地域に防雹装置を設置する対策を施しているが、十分な効果を上げるには至っていないようである。また、今年は春先の異常低温によりアンズが壊滅的打撃を受け、収穫量が激減した経験もあってか、低温障害を問題としてあげる農家が多くあった。多くの農家が、農業保険も含めた政府の対策を望んでいる。

9) マーケティング（低い販売価格、適当な販売先の不足、道路条件の悪化）

“2-3-11 農産物の流通・加工と農家販売価格”にも記述したように、多くの農家が農産物価格の低下を問題と捉えており、特に野菜の価格低迷が深刻と認識している。調査団が実施した価格調査の結果でも、野菜は価格変動が激しく、露地栽培の収穫盛期である 7～8 月には価格が大きく低下する。「ア国」の野菜生産量は近年急増しており、国民一人当たりの供給量は 300kg/年を超えて世界的にも非常に高いレベルにあることから、収穫盛期の国内市場は既に飽和状態にあると考えられる。このような背景もあってか、収穫盛期には多くの農家が価格低迷ばかりでなく、生産物の売れ残りを抱える事態も経験している。農家によっては、エレヴァン市場に自身の収穫物を持参し販売しているが、多くの農家にとって市場での販売は敷居が高いようである。また、ある農家からは、必要経費や売れ残り等のロスまで計算すると、庭先で仲買人に販売するのと自身が市場で販売するのとで、収益に大きな差は生じないとの意見もあった。加えて、農村部の道路事情が悪いことが、スムーズな流通の阻害要因になっているとの意見が多く寄せられた。

以上、大きく 9 種類の問題があげられたが、これらを問題系図として整理したものを図 3-2.1 に示す。表 3-2.4 は WUA メンバーが指摘した営農上の深刻な問題点であり、これら問題の中でも、灌漑水不足とマーケティングを、多くの農民が最も深刻と認識していることが明らかとなった。別途調査団が実施した農家質問表調査結果でも (Appendix-A 参照)、いずれの地域でも農産物マーケティング、中でも低い販売価格と激しい価格変動、が営農上の最も深刻な問題点としてあげられており、おそらくこれが各農家に共通する一番深刻な問題であると推測される。

表 3-2.4 WUA メンバーが指摘した営農上の深刻な問題点

グループ	深刻な問題に係るトピック		
	第一位	第二位	第三位
Khoy WUA (1)	水不足	マーケティング	農業普及・政府支援不足
Khoy WUA (2)	灌漑用水	マーケティング	トラクタ
AknaIich WUA	灌漑用水	マーケティング	種子
Yeghvard WUA	種子	灌漑システム	マーケティング/ 土壌の劣化

出所：The JICA Study Team

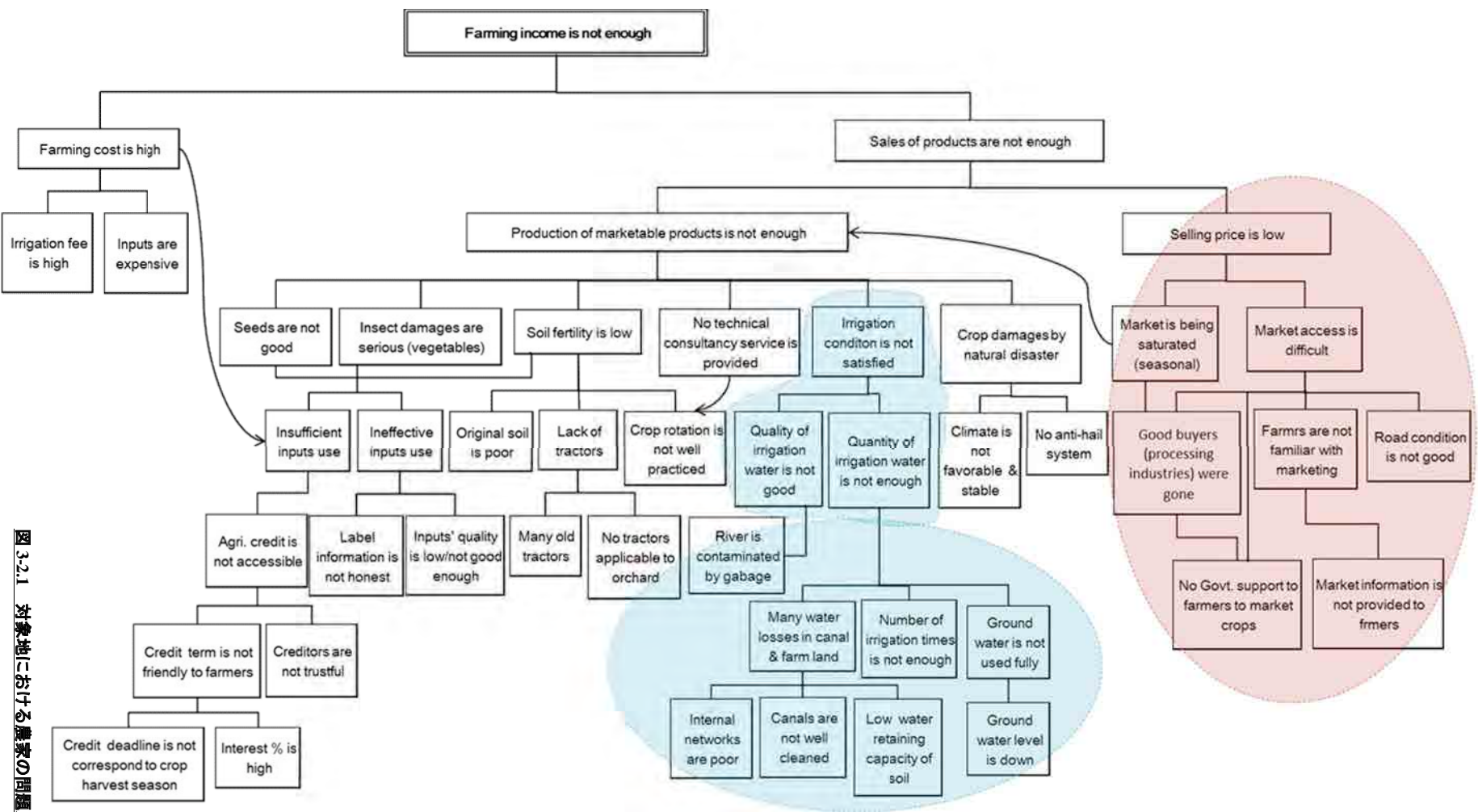


図 3-2.1 対象地における農家の問題点

3-3 Yeghvard 灌漑整備事業計画

3-3-1 地質調査

1) 既往地質調査

Yeghvard 高地全体に関する地質調査は、近辺の火山との関連で非常に古い時代から行われている。Yeghvard 貯水池建設を念頭に置いた最初の総合的な地質調査は、1931～1932 年に行われている。1940 年になると、旧ソ連の“TVIAGIDEP”Institute により、同貯水池近辺の追加地質調査が行われ、この時から貯水池からの浸透防止工の必要性が報告されている。1958 年 5 月から 1963 年 8 月までの間、旧ソ連の他の公社（ArmHydroEnergoProyekt）が、Yeghvard 貯水池の設計のために、一連の組織的な地質工学的な調査を実施している。この時に、いくつかの物理探査（主に電気探査）とかなりの透水試験が実施され、また貯水池近辺の地質図が作成された。しかし、この時はまだ、土質試験はほとんど行われていない。

その後、25 年にも及ぶ長い休止間があり、全ての作業は停滞した。1979 年になって、他の調査設計公社“ArmGiproVodStory” Design Institute が Yeghvard 貯水池の可能性調査（Feasibility Study: F/S）のため、組織だった一連の地質、水理地質調査、および物理探査を実施した（報告書は 1985 年に発表されている）。そして最後に、1983 年から 84 年にかけて、また別の調査設計公社“ArmGiproVodoxoz” State Design Institute が同貯水池の詳細設計調査（Detail Design Study: D/D）のため、再び一連の大規模な地質・水理地質調査、物理探査、および土質・岩質試験を実施した（調査報告書は 1980 年に発行されている）。なお、この時の、設計貯水容量は 228MCM であった。

表 3-3.1 に、上記 F/S 時と D/D 時に行われた、地質調査数量一覧を示す。同表に示されるように、D/D 時の調査では、地表地質踏査（地質図作成作業）を始めとし、およそ 7,660m もの調査ボーリング、約 600m に及ぶテストピット/トレンチ掘削、そして 340 点もの垂直法電気探査（VES）等が、サイト調査目的のみで行われた。これに、水路ルートやポンプ場、その他の建造物を対象とした地質調査を加えると、一貯水池計画のための地質調査としては、異常なほどの調査量となっている。図 3-3.1 に、D/D 調査時に作成されたダムサイト地質図と、同時期に行われた地質調査位置図を示す。

表 3-3.1 Yeghvard 貯水池の地質調査／物理探査数量一覧

番号	調査項目	数量		単位
		F/S時	D/D時	
1	地表地質踏査(地質図作成) (ダムサイト, 1:5,000. 縮尺)	2	12	km ²
2	地表地質踏査(地質図作成) (水路, 道路, 建造物, 他, 1:5,000. 縮尺)	-	45	km ²
3	コアボーリング(ダムサイト調査) a) “ArmGiproVodKhoz” Instituteの掘削分 b) “ArmGIS” Instituteの掘削分	1,152.0	4,510.4 1,443.0	(延べ)m (延べ)m
4	コアボーリング(弾性波区分図作成用) “ArmGiproVodKhoz” Instituteによる。	-	209.7	(延べ)m
5	ノーコアボーリング(ダムサイト調査)	344.3	-	(延べ)m
6	その他のコアボーリング (ポンプ場及び水路ルート沿い)	-	1,150.0	(延べ)m
7	テストピット掘削 (池敷部)	32.2	435.8	(延べ)m
8	トレンチ掘削 (池敷部)	-	135	(延べ)m
9	現場透水試験 a) ボーリング孔を利用した透水試験 b) テストピットを利用した透水試験	44 2	145 52	回 回
10	総合柱状図取りまとめ (全ボーリング孔)	51	290	孔
11	物理探査 a) 電気探査(垂直法) (池敷部, AB=2,000m) b) 電気探査(垂直法) (土取り場, AB=2,250m) c) 電気検層 d) 電気探査(垂直法) (イェグヴァルド高地, AB=3,000m) e) 電気探査解析作業	- - - - -	150 190 300 70 410	点 点 (述べ)m 点 点
12	土質・岩質試料採取、試験室搬送	194	123	試料

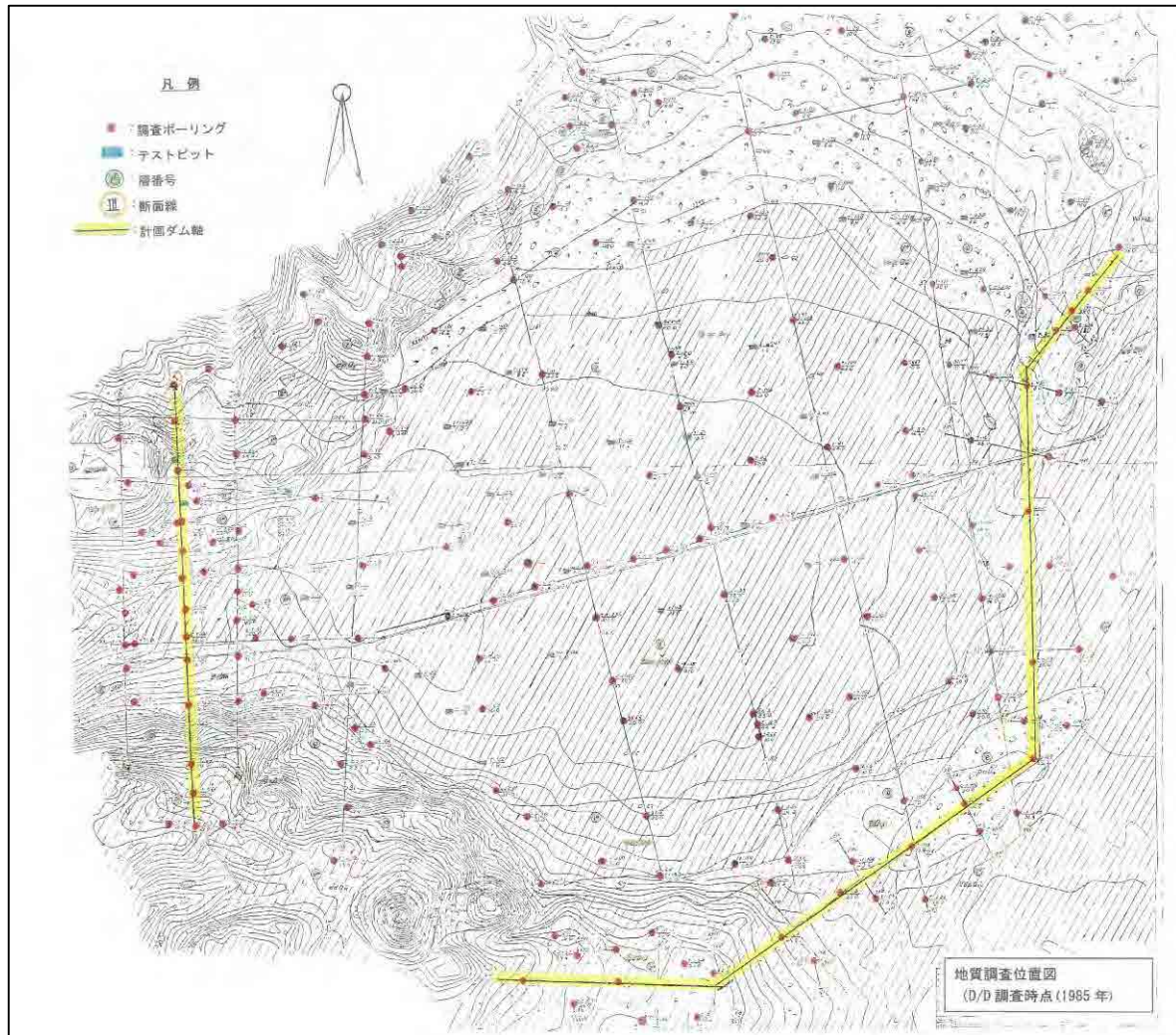


図 3-3.1 Yeghvard 盆地案内図

2) Yeghvard 地区地形・地質概況

計画された（一部施工された）Yeghvard 貯水池は、「ア国」のほぼ中央に位置する、Kotayk Marz に位置する。貯水池サイトは、首都エレヴァンの北方約 16km、同郡の主要都市 Yeghvard から約 3km 南西に位置する。

Yeghvard 地区は、火山性の、そして中高度（標高 1,200～1,400m）の Yeghvard 高地の西部に位置する。Yeghvard 高地は、標高 2,821m の Arailer 山のすぐ南麓に位置する。同高地は、その西側を Kasakh 川の深い峡谷（120-150m 深度）によって突然に断ち切れ、その東側は、Hrazdan 川の大峡谷によってやはり断ち切られている。

Yeghvard 貯水池の計画されている Yeghvard 盆地は、上述 Yeghvard 高地の西側に位置する。この盆地は長辺約 4.5km、幅約 3.5km で、ここに計画された貯水池の広さは約 1,000ha であった（貯水容量 228 MCM）。調査対象地区での、水系の発達は極めて貧弱である。Yeghvard 盆地には、恒常的な地表水流も池も無く、あるのは降雨時や融雪時のみにその斜面を一時的に流れる小水流のみである。これらはやがて Kasakh 川に排水される。この辺りでは、Kasakh 川峡谷が地表水及び地下水の天然の排水路となっているのである。

この Yeghvard 盆地一帯の地質環境は、新第三系と第四系によって構成されている。当地区の、実質的な基盤岩は「Hrazdan・スウィート」と呼ばれる中新世の堆積岩類で、主に砂岩、頁岩、泥灰岩（マール）等から成り、地表下 210-230m に分布する。Hrazdan・スウィートの削剥された表面は、鮮新世の石英安山岩、安山岩質溶岩、古い河川堆積物、及びその他の火山性噴出岩類に覆われている。これらの主として火山起源の岩類は、Yeghvard 盆地を取り巻く斜面に露頭し、また盆地の底に分布している。第四紀に入っても火山活動は盛んで、安山岩質溶岩、凝灰岩、スコリアや軽石と言った火山起源の噴出岩層を、この地域一帯にもたらした。そして、こうした火山活動の、一時的な休止期間には、これら火山性岩類を覆って河川性の堆積物が堆積していった。現世に至って、火山活動は休止し、沖積堆積物、扇状地堆積、風成・湖成堆積、あるいは崖錐性堆積物等が堆積しつつある。これら沖積堆積物は計画された貯水池の底やこれを取り巻く斜面を覆っている。

当地区一帯の、概略地質層序表を、表 3-3.2 に示す。

表 3-3.2 概略地質層序表

Age		No.*	記号*	地層 (岩質)	層厚	備考	
第四紀	中 新 世	①	V _{dp} Q _{IV}	風成-崩積性-扇状地性堆積層(砕岩混じりローム)	5-35.40m		
		②	pa Q _{IV}	扇状地性沖積堆積物(巨大中・円礫、ローム質砂)	2-27m	砂礫材	
		③	ed Q _{IV}	風化残留及び崩積土堆積物(大中礫砂、岩塊、ローム)	1-5m		
	更 新 世	上部	④	β Q _{III}	火山起源性層(火砕流・凝灰岩類)	5-25m, 30m	
		中 部	⑤	β Q _{II}	火山起源性層(安山岩溶岩カバー)	10-50m	
			⑦	lap-ap-lap Q _{I-II}	沖積性-扇状地性-湖成堆積物(ローム質砂)	110-120m***	④を覆う
		下 部	⑪	β Q _I	石化軽石層(ローム質砂、破碎岩片混入)	10m	
		⑫	β Q _I	火山起源性火砕流凝灰岩(第四紀層基底)	<10m	露頭せず***	
第三紀	中 新 世	⑬	β N ₂	火山起源スコリア層(不均質、安山岩溶岩と互層)	100-150m		
		⑭	α N ₂	鮮新世沖積堆積物(礫・巨礫、砂層挟在、粘土レンズ)	40-150m	露頭せず	
		⑮	$\alpha + \beta$ N ₂	橄欖石玄武岩質安山岩(溶岩流、亀裂多し)	50-160m		
		⑯	α N ₂	角閃石・紫蘇輝石安山岩(溶岩流)	50-160m	露頭せず	
		⑰	α N ₁	鮮新世石英安山岩(全域を覆った溶岩流)	100-300m		
			-	N ₁	砂岩・頁岩・マール(実質的基盤岩)	300-350m	露頭せず

3) Yeghvard 地区の水理地質概要

調査対象地域の水理地質構造は極めて単純で、中新世堆積岩類を不透水性基盤とし、これを覆う鮮新世以降の火山起源噴出岩類と未固結堆積物を、透水性カバーとしている。

計画された Yeghvard 貯水池の底は、広く未固結の沖積層：極めて透水性の高い巨礫を含んだ砂礫や、やや透水性の低いローム質砂ないしローム層に覆われている。貯水池を取り巻く斜面は、溶岩や、凝灰岩、スコリアと言った火山起源噴出岩類に覆われ、透水係数は非常に高い。

貯水池サイトには恒常的な河川は無く、また池もない。つまり、池敷部に供給された雨水は、直ちに地面に浸透してしまうと言うことである。この地域では、地表から不透水性基盤まで



図 3-3.2 Yeghvard 地区案内図

の深度は 210-230m とされており、このことは、この地域で帯水層（地下水層）を形成することは極めて難しいことを示唆している。このダムサイトで行われた、旧ソ連時代の地質調査では、地下水面をとらえたのはたった 2 孔であり、その深度は 91.5 及び 120.5m であった。ここから最も近い恒常的水面は、ダムサイトから約 5.2km 離れた Kasakh 川峡谷底であり、ついで約 12km 東を SW 方向に流下する Hrazdan 川峡谷である（図 3-3.2 案内図参照）。Kasakh 川の水面標高はこの地点で 1,156m、貯水池地域で検出された地下水位が標高 1,199m 及び 1,169m、そして Hrazdan 川の標高がおおよそ 1,150m である。これらを基に描かれた、この地域の模式水理地質断面図を、図 3-3.3 に示す。同図から明瞭に読み取れるように、当地域の地下水面は極めて平坦であり、そしてそれは貯水池サイトを構成している地質が極めて透水性が高いことを示している。

旧ソ連時代の実施設計調査時（1984 年）に、当サイト近辺の河川（Kasakh 川）から採取された地表水、及び池敷部のボーリング孔から採取された地下水（宙水も含む）の水質分析が行われている。水質分析の内容は、現在の水準からみると極めて粗いが、その分析結果を、以下の表 3-3.3 に示す。

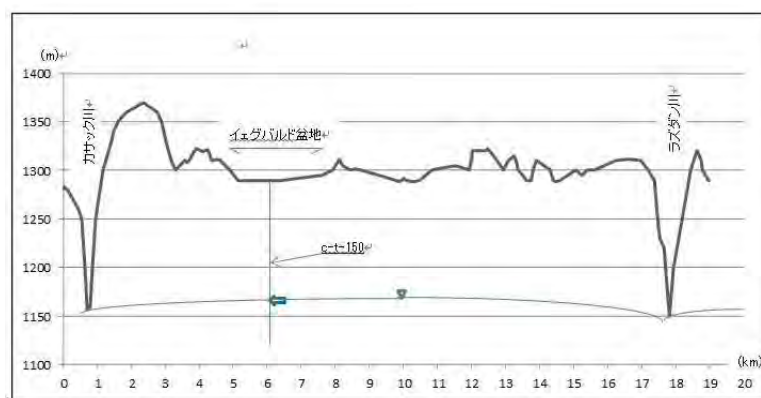


図 3-3.3 Yeghvard 地区模式水理地質断面図

表 3-3.3 地表水および地下水、水質分析結果一覧（Yeghvard 貯水池）

番号	採取位置	深度 (m)	TDS (ppm)	陽イオン (mg/lit)				陰イオン (mg/lit)			Hardness (Total/Remov.)		Ph	CO ₂ (free)
				Na ⁺ +K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻				
1	Kasakh Spring	0	210.8	43.9	28	7.9	30.5	12	176.9	-	5.9	5.9	6.0	55.4
2	Borehole N 101	90.5	360.7	45.5	76	14	6.7	35.5	366.0	-	13.9	13.9	6.7	18
3	-Same above-	91.2	348.1	33.8	66	24.9	6.7	39.8	353.8	-	15	1.5	6.7	18
4	Arzni-Shamiran Can.	surface	524	102.6	40	42.6	106	46.1	306.0	-	5.5	5.5	7.6	n.m
5	-Same above-	-	544	20.9	50	94.8	70.9	72.8	396.5	36.0	10.3	5.6	8.2	-
6	Borehole 3464	78.0	464	44.2	70.1	46.2	17.7	20.2	506.3	-	7.3	7.3	7.1	n.m
7	Borehole 3465	83.0 - 80.5	367	41.4	60.7	29.2	35.5	38.3	329.4	-	5.4	5.4	7.6	11
8	Kasakh River	surface	374	8.5	40	64.4	70.9	37.0	298.9	-	7.3	4	7.2	6.6
9	Borehole T-56*	25.1	424.7	28.6	32.1	12.3	98.5	53.2	345.2	12.4	6.4	6.4	7.5	-

*: Perched water

EC=×0.5

4) 堤体基礎の地質

計画された堤体 (No.1) の基礎は、上から下に、薄いローム質砂のカバー、凝灰岩、粒径の異なるいくつかの砂層、安山岩質スコリア層、および玄武岩質安山岩溶岩、である（図 3-3.4 参照）。これらの各層は、それぞれ①： $v_{dp} Q_{IV}$ (表土)、④： βQ_{III} に伴う凝灰岩、⑦：lap-ap-lap Q_{I-II} と呼ばれる砂岩層、⑩： βQ_I 火砕流凝灰岩、および⑮： $\alpha_{\beta} N_2$ と呼ばれる安山岩溶岩に比定される（前掲、概要層序表参照。丸で囲われた数字は、同表の No.）。表土直下の凝灰岩は、600-1,500 Ωm の見掛け比抵抗を示し、その下部の粒径の異なる砂岩層は 250-300 Ωm の小さな比抵抗を示すので、容易に

区分することができる。凝灰岩及び安山岩溶岩は、硬質ないし極めて硬質であるが、非常に亀裂が多い。粒径の異なる砂岩層は、密に成層し、固く締まるか石灰質で固結しているが、極めて空隙率は高い。

計画された堤体 (No.2) は、全長約 2.5 km と非常に長い¹。この堤体の基礎は、広く、ほぼ水平に広がった玄武岩質安山岩溶岩によって代表される。しかしながら、その北部約半分では、かなり厚いローム質砂層 (これは「風成-崩積性-扇状地性堆積 ($v_{dp} Q_{IV}$)」に同定される)、に覆われている。これらの下部には、凝灰岩層、粒径の異なる砂岩層、安山岩スコリア、そしてその下に、場所によっては層厚 40-50m にも及ぶ、巨礫を伴う砂礫層が、実質的基底の玄武岩質安山岩の上に堆積している。上部の安山岩溶岩 (④: βQ_{III} の溶岩部) は極めて見掛け比抵抗が高く、1,000-3,000 Ωm を示す。これに続く地層は、同じく βQ_{III} に同定される凝灰岩、⑦: $lap-ap-lap Q_{I-II}$ に同定される砂岩層、③: βN_2 の安山岩スコリア、⑭: αN_2 の巨礫混じり砂礫層、そして⑮: $\alpha-\beta N_2$ の安山岩溶岩となる。表土 (①: $v_{dp} Q_{IV}$) はかなり柔らかくゆるいが、この下部に分布する全ての層は、火山性の場合には極めて固いか固結しており、堆積物の場合は非常に締まっている。そのため、堤体基礎としての地耐力には全く問題は無い。しかしながら、これらの層は非常に亀裂が多かったり、極めて空隙率が高かったりして、透水係数が極めて高い。このことは、貯水池に水を貯めた際に、著しい漏水があることを明瞭に示している。

5) 池敷部の水理地質

1985 年に行われた旧ソ連による、実施設計時の地質調査において、ボーリング孔への注入法及びテストピットへの注水法で、合計 197 回に及ぶ透水試験が行われた。これらの試験の結果を基に、ダムサイトに分布する各地層ごとに、その加重平均透水係数が算出されている。その結果によれば、表土 ($v_{dp} Q_{IV}$) で約 2×10^{-4} 、後期更新世の凝灰岩 (βQ_{III}) で 4.7×10^{-3} 、後期鮮新世のスコリア (βN_2) で 9.8×10^{-3} 、鮮新世後期の巨礫混じり砂礫層 (αN_2) で 3.1×10^{-3} (以上、いずれも単位は cm/sec)、と非常に高い透水係数を示している。唯一、小さな値を示したのが更新世中期の ($lap-ap-lap Q_{I-II}$) で、 $11.2 \times 10^{-5} cm/sec$ の値を示した。同報告書では、当貯水池地区に分布する全ての地層の平均透水係数は、 $4.76 \times 10^{-3} cm/sec$ と、極めて高いことを示した。

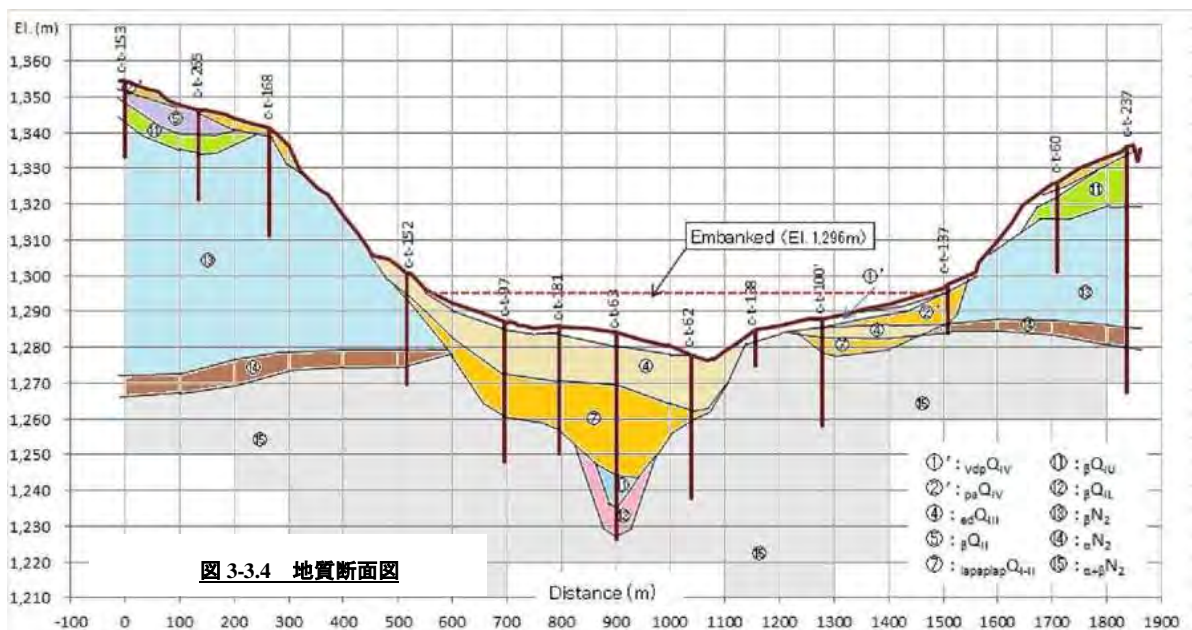


図 3-3.4 地質断面図

¹ 設計図ではなく、1:50,000 地形図から現況を測定

こうした透水試験の結果を基に、貯水池の水深、比較的透水係数の小さい地層（例えば Q_{I-II} 層）の分布とその深度、層厚、等を考慮した上で、貯水池からの漏水量を計算している。その結果、貯水池から漏出する水の量は、貯水池の水深 27m の場合（これは貯水容量 90 MCM に相当する）、少なく見積もっても $8.32 \text{ m}^3/\text{sec}$ に達し、これは換算すると 262.4 MCM/年になる。90 MCM の貯水容量に対し、漏水量が 262.4 MCM/年と言うことは、貯水池の全ての水がわずか 3.4 か月で全て漏出してしまうということである。当計画が実現するためには、非常に信頼でき、かつ現実的な費用で実施可能な漏水防止工が必須である。

3-3-2 貯水池建設計画

1) 貯水池計画の変遷

Yeghvard 貯水池は、旧ソ連農業省および水資源省による承認後、1984 年に工事が開始された。その後、1988 年に発生した Spitak 地震の発生を契機に、耐震設計の見直しが 1989 年に行われたこと、また、セヴァン湖の水資源環境の変化や財政面等による貯水容量の見直しによる計画変更が 1999 年に行われた。これらによる堤体形状の変遷は、表 3-3.4 のとおりである。

表 3-3.4 堤体形状の変遷

	貯水容量 (MCM)	材料試験	安定計算	概要	概略形状
	228	○	○	当初設計	
1989年	228	○	○	耐震設計の見直し 上流面勾配 1:3.5→1:4.5	
1999年	90	X	X	貯水容量の見直し ※1989年形状の天端付近を撤去した形状	

2) 現況貯水池計画

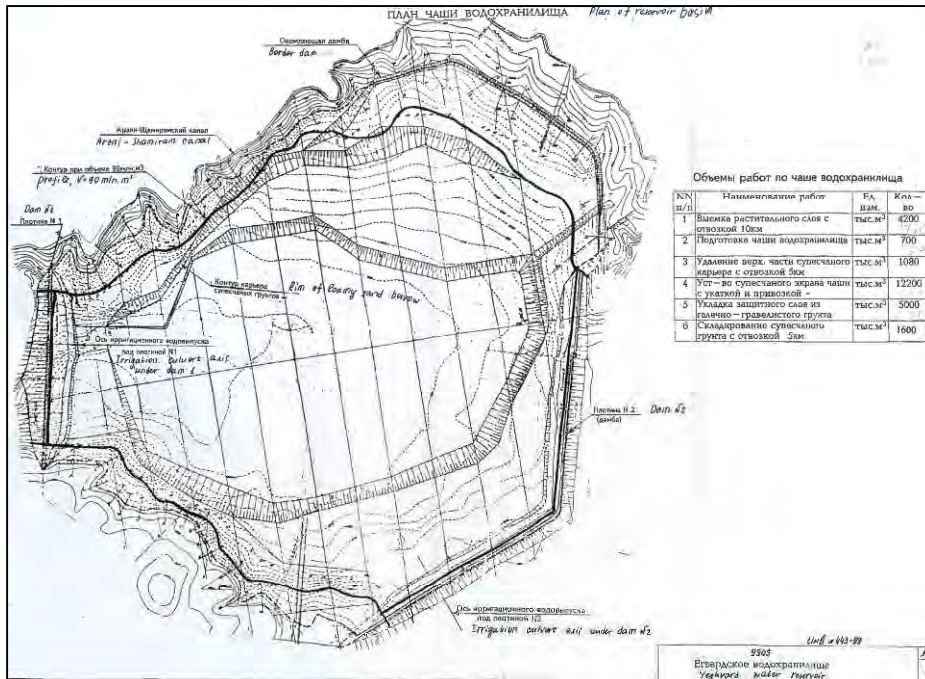
現況の貯水池計画は 1999 年に実施されたものであり、その諸元は、表 3-3.5、表 3-3.6 および図 3-3.5 に示すとおりである。

表 3-3.5 貯水池計画

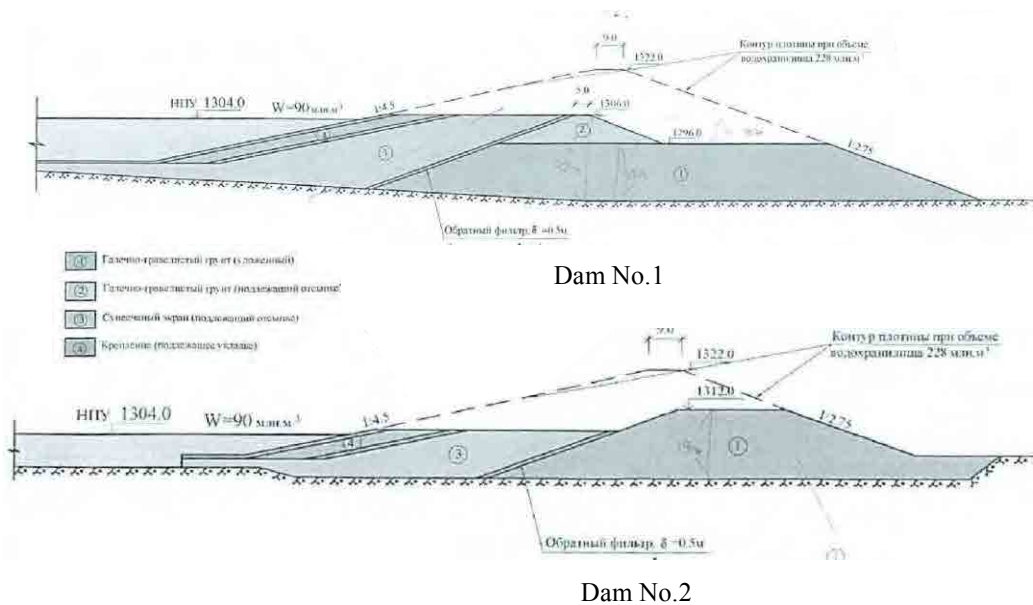
項目	単位	諸元
常時満水位	m	EL. 1,304.5
計画死水位	m	EL. 1,284.5
総貯水量	MCM	90.0
有効貯水量	MCM	84.0
利用可能水量	MCM	80.8
計画満水面積	ha	825
貯水池長さ	km	3.2

表 3-3.6 ダム諸元

項目	単位	諸元	
		Dam No.1	Dam No.2
ダム形式		傾斜コア型フィルダム	
ダム堤頂標高	m	EL. 1,306.0	EL. 1,306.0
堤高	m	32.0	14.0
堤頂長	m	1,130.0	2,810.0
堤頂幅	m	10.0	10.0
上流面勾配		1 : 4.5	1 : 4.5
下流面勾配		1 : 2.75	1 : 2.75
堤体積	MCM	1.86	2.10



平面図



横断面図

図 3-3.5 貯水池形状 (現計画)

3-3-3 既存堤体の状況および築堤材料

1) 既存堤体

堤体の施工は1984年に開始され、1994年に中断された。その約10年間でダム No.1 およびダム No.2 とも砂礫ゾーンのみ築堤され、遮水のためのコアゾーンは建設されていない。既存堤体の材料は池敷内から採取され、図 3-3.6 のとおり、現在も採取跡地が確認できる。



図 3-3.6 既存堤体材料採取地

a. 原位置調査・試験（テストピット掘削調査）

現在の堤体状況を把握するために、ダム No.1 およびダム No.2 各 1 箇所ずつ既存堤体盛土面上でテストピット掘削調査を行った。掘削孔の深さは、「盛土表面からの乾燥の影響がなくなる深さ」を考慮し、1.5m とした。テストピットの掘削後状況は図 3-3.7 に示すとおりである。

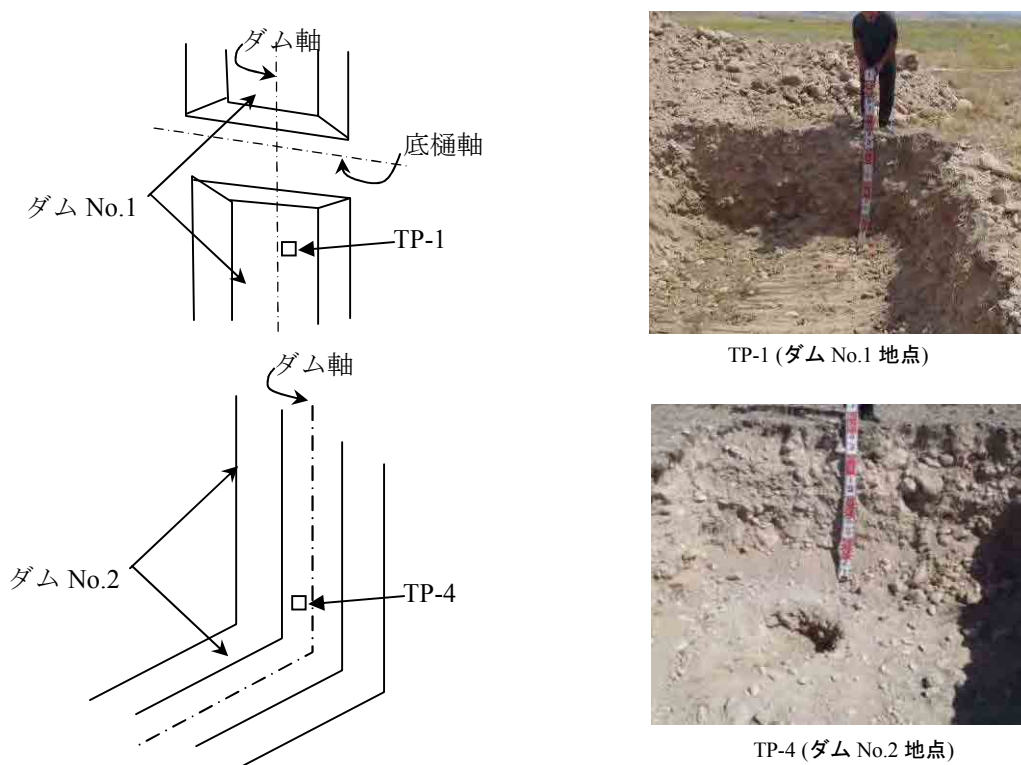


図 3-3.7 テストピット掘削後状況（既存堤体）

原位置調査・試験結果で明らかになった事項は以下のとおりである。

- i)盛土材料： 最大粒径 400mm 前後の玄武岩質円礫～中粒砂よりなる砂礫。礫は非常に硬質でハンマーの打撃により金属音を発する。
- ii)盛土の締め固め度： 大～中粒径の円礫が主体で骨格を形成し、空隙を砂が充填する。小粒径～粗粒砂部分が欠けているため砂は低密度であるが、大～中粒径からなる骨格は堅牢で、全体としての締め固めは行き届いている。
- iii)転圧仕様： ほぼ 40cm 毎に建設当時の転圧層の境界面と推察される痕跡が壁面に観察される。
- iv)砂礫材の安息角： 山積みされた砂礫材料で安息角を測定した。5 回の測定結果はそれぞれ 33°、35°、35°、38°、41° となった。足裏で踏めば斜面はさらに急勾配になるので、密に転圧された状態では内部摩擦角 40° 程度は十分期待できるものと考えられる。

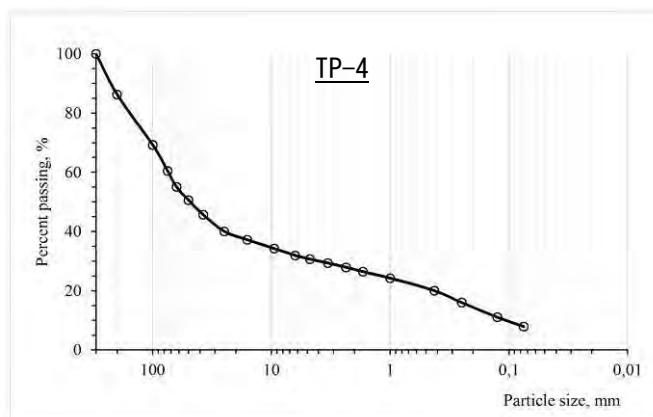
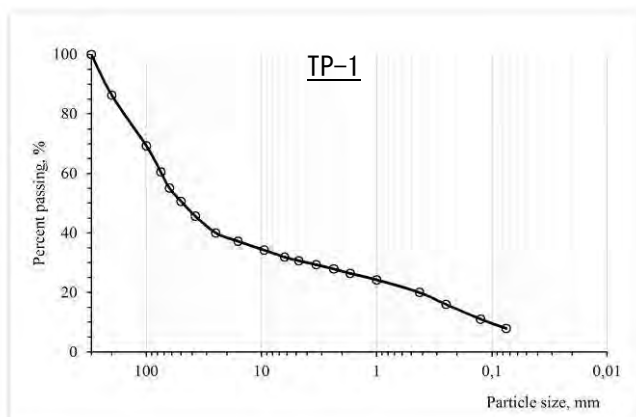


注：安息角とは、「砂礫材ロック材等が非拘束状態で最も緩い密度状態にあるときの内部摩擦角」

b. 室内試験

テストピットより採取した材料を用いて、室内試験を実施した。実施した試験と結果の概要は以下に示すとおりである。

- i)自然含水比 (Wf)： 35.7mm 以下細粒分の自然含水比は $W_f=5.97\%$ 、 7.04% を示し、最適含水比よりも 7%乾燥側にある。砂～砂礫の含水比として、平衡状態にある。
- ii)粒度： 粒度分布上、60%強を占める粒径 20mm 以上の粗粒分、20%強を締める 1mm 以下の細粒分、15%前後のこの間の中間粒径より成る。



- iii)比重・吸水量： 吸水量は2%よりも低く（TP-1：1.87%、TP-4：1.67%）、岩質が新鮮で風化作用を受けていないことを示す。
- iv)盛土締固め度： 室内突固め試験および現場密度試験での 37.5mm 以下細粒分の密度を比較すると、後者の密度が前者・最大乾燥密度の約 98%となった。これは、盛土品質として十分な状態にあると評価されるものである。

c. 結論

テストピット掘削調査で確認された盛土の骨格構造および安息角から推定される盛土材砂礫の十分な内部摩擦角、室内試験で確認された粒度組成、岩質および盛土締固め度等から、砂礫から成る既存盛土の品質は、十分に優れたものであり、今後の貯水池計画検討においても、計画する盛土の一部として活用可能なものであると判断される。

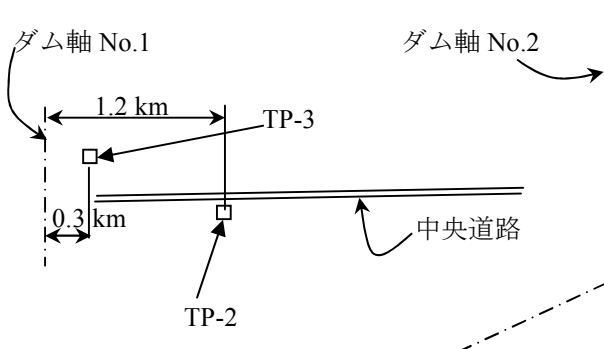
2) 築堤材料（遮水材）

a. テストピット掘削調査

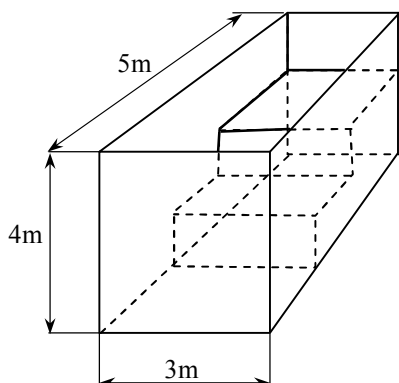
築堤材料採取候補地にてテストピット掘削調査を行った。掘削形状はおよび掘削後状況は以下に示すとおりである（図 3-3.8 参照）。

TP-2：表土層の層厚は 30~40cm で、深度 4m までの全層が淡黄褐色の低塑性砂質粘土により構成されている。深部ほど含有される砂の粒径が大きくなり、3m 程度以深から若干含水比が高くなる（3m 程度までは乾燥状態である）。

TP-3：不透水性土の層厚は表土層を含め約 2m と薄い。2m 以深は火山砂と円礫状の軽石から構成される。



TP-2
(ダム No.1 上流 1.2km、中央道路脇)



テストピット掘削形状



TP-3
(ダム No.1 上流 300m、丘陵面)

図 3-3.8 テストピット掘削後状況（築堤材料）

b. 室内試験

テストピットより採取した材料を用いて、室内試験を実施した。実施した試験と結果の概要は以下に示すとおりである。

- i)自然含水比： TP-3 では上層で 10%、中層 14.05%、下層 15.27% となった。TP-2 では上層 9.43%、中層 6.07%、下層 8.33%となった。後者では軽石層の影響が出ている。
- ii)粒度： TP-3 の場合は、粘土・シルト細粒分の含有率が高く、4.76mm 以上の粗粒分をほとんど含有しない。TP-2 の場合は、火山砂、軽石層の影響で砂礫状となっている。
- iii)土粒子の比重： TP-2 では、土粒子の密度は上層～下層で 2.55～2.61 を示し、一般的な土の土粒子密度である。一方、TP-3 の火山砂では 2.71 となり、少し特異である。
- iv)締固め度： 最大乾燥密度は 1.45 g/cm^3 (TP-2) ～ 1.55 g/cm^3 (TP-3)、最適含水比は 24.0% (TP-2) ～ 21.1% (TP-3) を示し、低塑性粘性土の特徴を有する。

c. 結論

池敷部に堆積する砂質粘土は、十分に高い粘土・シルト細粒分を含有し、不透水性土として表面遮水コア材料に流用できる。ただし、既存土質試験関係資料中には室内透水試験が全く見当たらず、本試験が行われた形跡がないので、今後、室内透水試験を実施し、その透水特性を明らかにする必要がある。なお、砂質粘土の分布域の縁辺部では軽石・火山砂層が混入しているため、用土の採取時には注意を要す。

3-3-4 作付計画

1999 年に実施された F/S 調査報告書によれば、Kotayk Marz の Nairi Community 内の 7,500ha が本事業の灌漑対象地となる計画が示され、それには大まかな作付計画も示されていた。しかしながら、本事業計画実施に関する JICA 企画調査員の質問に対する回答書（2013 年 7 月）には、“3-2 農業・営農状況”で説明したとおり、27Communities が含まれる 12,200ha（既灌漑地 9,220ha、新規灌漑地 2,980ha）が本事業の対象地であることが明示されていた。

この相違を現地でも PIU に確認したところ、後者が現在の事業計画であるとの回答が得られた。PIU は事業対象地の作付計画に関しては、近年の既存灌漑地や周辺地域の作付け動向を参考にこれから詳細を検討したいとのことであったため、本調査団もその立案に協力することとした。

3-3-5 既存灌漑施設

既存の Yeghvard 灌漑地区の現状は、9,220ha を対象とした灌漑事業である。Hrazdan 川から取水された水は、Arzni-Shamiram 水路を經由して、9,220ha のうち Yeghvard WUA と Ashtarak WUA に相当する 1,050ha と 916ha の 1,966ha に配水される。また、Lower Hrazdan 水路を經由して、7,254ha 相当の地区へ配水される (Varashapat WUA(605ha)、Khoy WUA(5,093ha)、Aknalich WUA(1,556ha))。図 3-3.9 に灌漑システム図を示す(Appendix D-7)。また、Yeghvard 灌漑整備事業に関連する施設を示す。

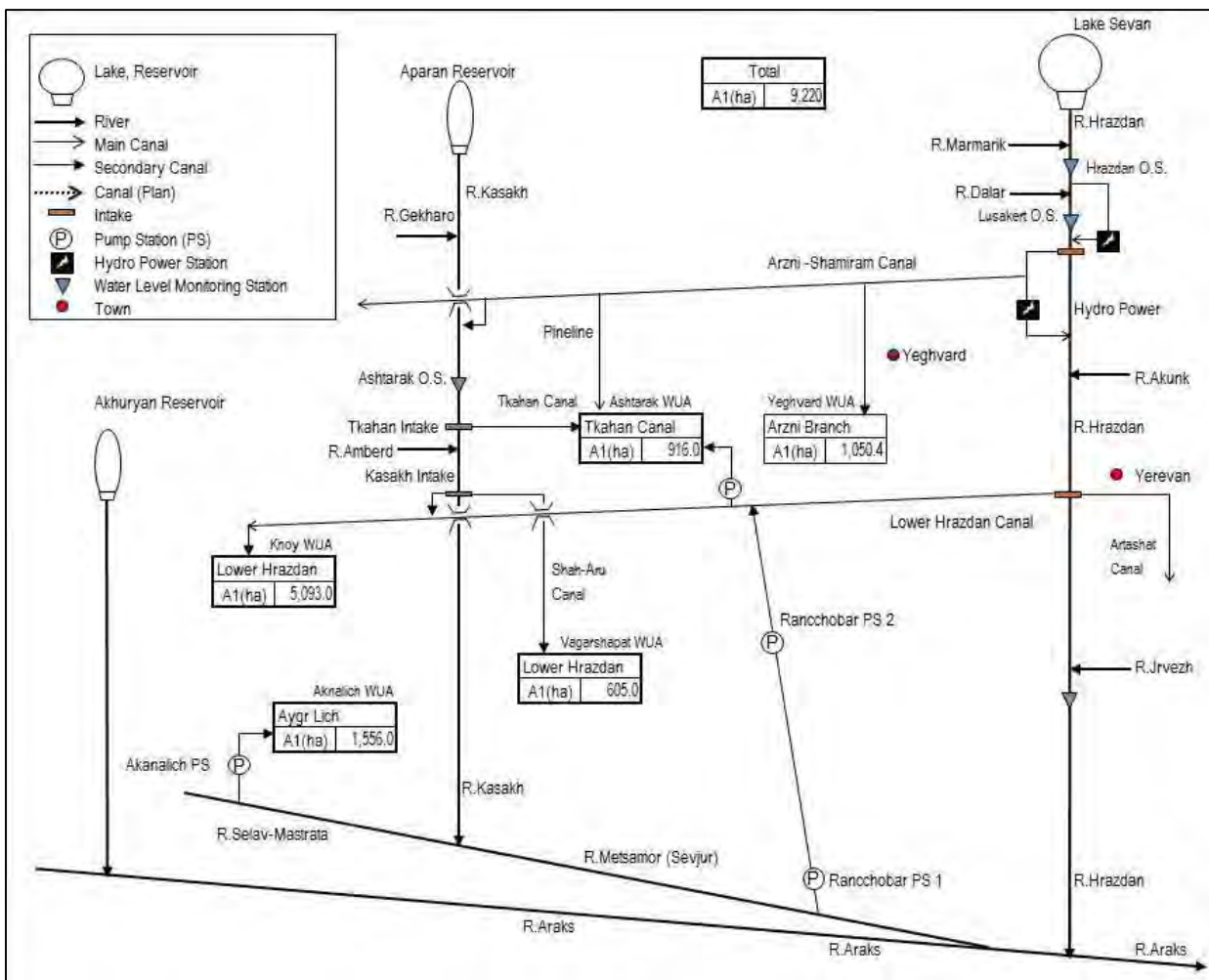


図 3-3.9 用水系統模式図（現況）

1) Aparan 貯水池

Yeghvard 地区には、Kasakh 川の上流に Aparan 貯水池がある。Aparan 貯水池は、Aragatsotn Marz に位置する貯水容量 90MCM の灌漑用貯水池である。図 3-3.10 より、貯水容量の 90MCM まで貯水した年は、2006 年、2007 年、2010 年、2011 年であり、それ以外の年には満水面まで至っていない。特に 2008 年と 2012 年は渇水時期であり、最大貯水量は 40MCM を下回っている。

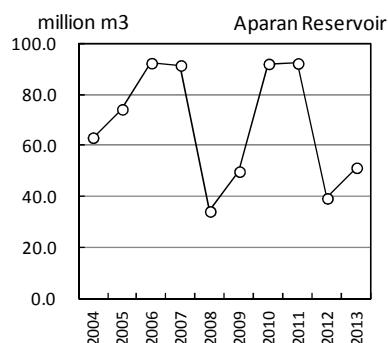


図 3-3.10 Aparan 貯水池年最大貯水量の変化

2) 取水堰

Yeghvard 灌漑整備地区に関連する取水堰は、Hrazdan 川に 2 箇所、Kasakh 川に 2 箇所ある。Hrazdan 川には、Arzni-Shamiram 水路への取水堰と Lower Hrazdan 水路への取水堰がある。Lower Hrazdan 水路の取水堰は、Artashat 水路の取水と供用利用である。

Kasakh 川には、Tkahan 水路用の取水堰、及び Lower Hrazdan 水路への注水と Shah-Aru 水路の取水を目的とする Kasakh 取水堰の二つがある。Kasakh 取水堰は 1950 年代に建築され、Lower Hrazdan

水路の注水用のゲート（右岸側）、Shah-Aru 水路のゲートは、非常に老朽化している。灌漑期、Kasakh 取水堰地点の水は右岸と左岸に分水される。春先は洪水によるゲート損傷や水路のオーバーフローを防ぐため、取水堰の中央部分のラジアルゲートを開け、上流からの洪水流を Kasakh 川の本川へ導水し、洪水による取水堰の被害を防いでいる。



Arzni-Shamiram 取水堰



Lower Hrazdan 取水堰



Kasakh 取水堰

図 3-3.11 事業地区内の取水堰

3) ポンプ

Yeghvard 地区には、WSA が管理する 2 箇所のポンプ場のほか、WUA が管理するポンプ場が多数ある。図 3-3.12 は、WSA 管理の Ranchpar ポンプ場、WUA 管理の Aknalich ポンプ場の揚水量の変化を示したものである。いずれのポンプ場とも、揚水量は減少傾向である。

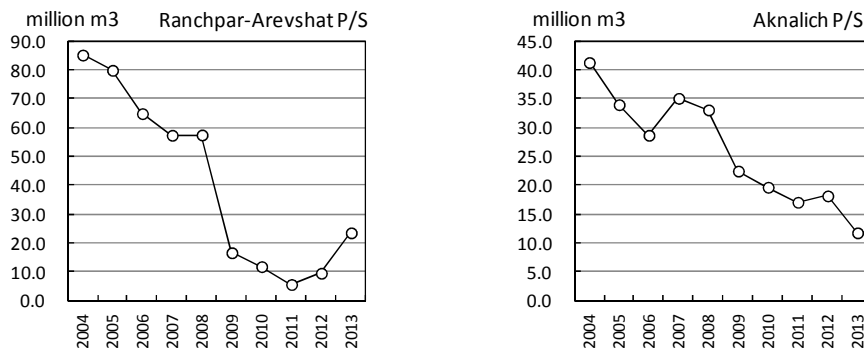


図 3-3.12 ポンプの取水水量の変化

Ranchpar ポンプ場は、Hrazdan 川下流に位置している。ポンプ場は、Yeghvard 灌漑整備地区の下流の Ararat 平野の低地部に集まってくる水を排水路で集め、その水を Lower Hrazdan 水路へ向けて揚水している。

Aknalich ポンプ場は、Aknalich 貯水池を水源としており、WUA が管理している。Akanalich ポンプ場で揚水された水は、2つの水路を使って Khoy WUA の一部分と Aknalich WUA へ配水される。Aknalich 貯水池や Ranchpar 取水地点への流入水量は、近年は減少している。これは、Ararat 平野の地下水位の低下によるものと推察されている。その結果、ポンプによる取水量が低下し、取水が不安定な状況となっている。

表 3-3.7 には、Yeghvard 地区の大型と中型ポンプ場を示す。表 3-3.8 は、Lower Hrazdan 水路へ注水する Rancchapar ポンプ場について、2008 年～2012 年の運転費用を示したものである。表 3-3.9 は、ポンプの運転に係る電気代である。これらの記録から、2008 年は通常年以上にポンプを利用したことが分かる。2009 年～2012 年の平均のポンプ取水電気代は、年間で 86,586,000 AMD (22,010 千円) であり、これは政府の補助により賄われている。

表 3-3.10 は、WUA が管理する小型ポンプ場の箇所数と電気代を示したものである (Appendix D-8)。Khoy、Akanalich、Vagarshapat の各 WUA は、Ararat 平野の地下水を利用していることが分かる。WUA によると、近年は地下水位が低下し、各井戸からの取水量が少なくなっているとのことである。地下水位低下の原因は、Ararat 平野における養殖業者の取水だとの回答である。WUA 管理のポンプ場について、年間の電気代を算出する。WUA 管理のポンプの年間利用電気代は、325,460,000AMD (82,732 千円) となる (1AMD=0.2542 円)。

以上の点から、前述の WSA 管理のポンプと WUA 管理のポンプの年間運転費用には、412,046,000 AMD (104,742,千円) が投入されていることになる。

表 3-3.7 Yeghvard 灌漑整備事業地区におけるポンプ場

	管理者
Ranchapar No.1	WSA
Ranchapar No.2	WSA
Akanalich	WUA
Metsamaro	WUA
Norakert No.1	WUA
Norakert No.2	WUA
Bagramyan No.1	WUA

出所: PIU

表 3-3.8 Ranchapar ポンプ場の運転費用

(thousand AMD/year)

	2008	2009	2010	2011	2012	Average
No1	225,878	107,915	78,092	45,363	68,777	105,205
No2	177,507	4,770	28,186	2,459	10,782	44,741
Total	403,385	112,685	106,278	47,822	79,559	149,946

source: WSA Average(2009-2012) 86,586

表 3-3.9 Ranchapar ポンプ場の電力記録

(thousand kWh/year)

	2008	2009	2010	2011	2012	Average
No1	12,975	4,776	3,467	2,001	3,063	5,256
No2	12,075	235	1,426	125	549	2,882
Total	25,050	5,011	4,893	2,126	3,612	8,138

source: WSA Average(2009-2012) 3,910

表 3-3.10 WUA 管理によるポンプ場

WUA	Tube Well (Number)	Pump Station (Number)	Electricity (thousand kWh/year)	Pump Station (Middle size)		Total	
				(Number)	(thousand kWh/year)	Pump (Number)	Electricity (tousand kWh/year)
Yeghvard	0	0	0	0	0	0	0
Ashtarak	0	0	0	6	1,651	6	1,651
Vararshapat	22	0	1,287	0	0	22	1,287
Khyo	69	16	7,769	1	1,602	86	9,371
Akanalich	33	1	2,163	1	1,801	35	3,964
Total	124	17	11,219	8	5,054	149	16,273

source: PIU Case 20AMD/kWh: Operation Cost (thousand AMD/Year) 325,460



Ranshapar II ポンプ場からの吐出口 (WSA)



幹線水路沿いポンプ場 (WUA)



圃場内の Tube Well (WUA)

図 3-3.13 事業地区内のポンプ場

データ集計年は異なるが、WSA 管理と WUA 管理のポンプについて、電気出力記録を基に両者の割合を算出した (図 3-3.14)。Yeghvard 灌漑整備事業地区では、WSA ポンプでの取水が 19% に対して、WUA ポンプは 81% を占めている。WUA ポンプは一つ一つが小型であるが、地区全体で

は 149 箇所と個数が多い。Yeghvard 貯水池が完成した後は、これらのポンプも廃止する計画である。これにより、政府によるポンプへの補助金が削減されるとともに、Ararat 平野での地下水位の上昇にも貢献する。

4) 幹線水路

Arzni-Shamiram 水路、Lower Hrazdan 水路の幹線水路は、Kasakh 川を境として東側を Part I、西側を Part II と呼ばれている。幹線水路の水供給、ゲート操作、水路の維持管理は、WSA が責任機関である。幹線水路は、灌漑を行っている 4 月～10 月前後だけ水を流し、それ以外の期間は水路に水は全く無くなり維持管理が行われる。

Arzni-Shamiram 水路の Part I 部分は、WB によるリハビリが実施された。「ア国」政府は、WB が実施したリハビリ箇所のみでなく、リハビリを順次実施したいと考えている。しかし、予算が不足して、自国でのリハビリ事業には至っていない。下図は、WB のプロジェクトで作成された水路断面の一例である。WB の改修により、水路壁と水路低部は改修が実施されたことが分かる。しかし、幹線水路内のチェックゲート（水路内の水位を維持して取水しやすくするゲート）については、改修は行われていない。

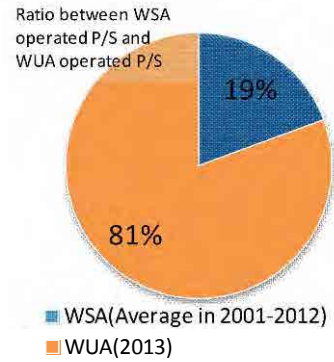


図 3-3.14 WSAとWUAの取水比率



Arzni-Shamiram 水路(改修前)



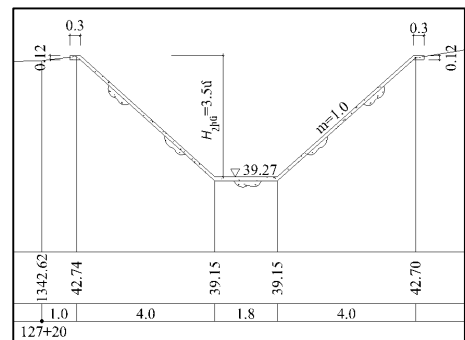
Arzni-Shamiram 水路(改修後)



Arzni-Shamiram チェックゲート(現況)

図 3-3.15 幹線水路とチェックゲート

Arzni-Shamiram 水路の設計断面は、Part I 開始地点で 28.2m³/s、Kasakh 川を横断した後の Part II で 15.0m³/s である。Lower Hrazdan 水路の Part I 開始地点で 10.0m³/s、Kasakh 川を横断した後の Part II で 7.3m³/s である。各水路は、水路の途中にある分水ゲートから支線水路へ分水される。幹線水路の末端流量は、Arzni-Shamiram 水路で 1.1m³/s、Lower Hrazdan 水路で 3.0m³/s である。なお、実際の通水流量は、設計流量の 80%程度である。右図は、Arzni-Shamiram 水路の測点 127+20 地点の断面であり、PIU は水路縦横断面図データを保有している。



出所：PIU

図 3-3.16 水路断面図

5) 水路と末端圃場

図 3-3.17 は、3 次水路と圃場への取り入れ口を示したものである。3 次水路は、左図のようにコンクリートフリューム型に改修されたものと、中央図のように従前通りの土水路のものがある。

水路の搬送効率は、当然のことながらコンクリートフリーム型の方が高い。右図は末端圃場の一例であり、苗定植後のキュウリ圃場である。灌漑方法は、畝間（うねま）灌漑方式である。



3次水路(コンクリートフリーム)

3次水路(土水路)

畝間灌漑の圃場(現況)

図 3-3.17 水路と圃場

上図の通り、一部の2次水路や3次水路の大半は、土水路のタイプが多い。また、圃場は畝間灌漑が一般的である。水路では、土水路からの灌漑用水の浸透ロスや取水口などからの損失が、灌漑水路の搬送効率を低下させる原因となる。圃場においては、取水口から畝沿いに灌水する畝間灌漑が、さらに灌漑用水の損失を増大させる原因となっている。

表 3-3.11 は、PIU にて確認した灌漑システムの搬送効率である。幹線水路は、WB によるリハビリが実施されたことで、搬送効率は向上している。しかし、2次水路～圃場にかけては、土水路が多いため、搬送効率は60%代へと低下する。こうした状況から、Yeghvard 灌漑整備事業地区における搬送効率は、51%～55%となる。

表 3-3.11 Yeghvard 灌漑整備事業地区における水路の搬送効率

対象施設	搬送効率	観測機関
幹線水路	85%	WSA (Water Supply Agency)
2次水路～3次水路～圃場	60～65%	WUA (Water Users Association)
全体 (幹線水路～圃場)	合計：51%～55%	-

出所：PIU

6) セヴァン湖への依存量

表 3-3.12 に Hrazdan 川から、既存地区を含む Arzni-shamiram 水路と Lower Hrazdan 水路への配水状況（2005年～2013年の月平均値）を示す。表に示す通り、Arzni-shamiram 水路で 108MCM、Lower Hrazdan 水路で 83MCM、Ranchpar ポンプで 26MCM を配水している。

表 3-3.12 既存灌漑施設への配水経路

配水施設	(MCM)									備考 (7～11月)
	4	5	6	7	8	9	10	11	合計	
Arzni-Shamiram	2.3	20.4	18.5	23.2	26.3	13.4	2.3	1.1	108	66
Lower Hrazdan	4.0	13.0	17.5	16.7	15.4	10.4	4.0	1.9	83	48
Ranchpar P/S	0.8	2.6	5.8	5.3	5.8	4.8	0.7	0.1	26	17
Total	7.1	36.0	41.8	45.2	47.5	28.6	7.0	3.1	217	-

出所：Water Supply Agency

ここで、既存灌漑施設（9,220ha）でどの程度の灌漑用水がセヴァン湖から配水されているかを概定する。一般に Hrazdan 川流域からの流出量は4月～6月に多い。そのため、この期間の灌漑用水は、全て Hrazdan 川流域からの水と想定できる。一方、7月以降の灌漑用水は、Hrazdan 川流域

からとセヴァン湖からによるものである。

WSA の配水計画データによると、灌漑用水に利用される Hrazdan 川流域と Sevan 湖の水量割合は、平均的に 30%対 70%である。また、前述の灌漑水路の設計断面の関係から、設計断面の比が Azrni-shamiram 水路と Lower Hrazdan 水路における Part I と Part II の水量の割合だと仮定すると、各水路における既存の Yeghvard 灌漑地区 (9,220ha) の割合は、以下の通りとなる。

表 3-3.13 各水路における Part I と Part II の灌漑割合

対象施設	Part I	Part II
Arzni-Shamiram 水路	50% (事業対象地域)	50%
Lower Hrazdan 水路	30%	70% (事業対象地域)

以上の想定から、以下の通り、セヴァン湖から Yeghvard 灌漑地区 (9,220ha) への平均的な配水量は、約 50MCM と推定できる。

Arzni-shamiram 水路経由：66MCM×70%×50% =	23MCM
Lower Hrazdan 水路経由：48MCM×70%×70% =	24MCM
合計	47MCM (≒50MCM)

3-3-6 現行の灌漑計画

現行の灌漑計画は、対象面積が 12,200ha であり、既存の 9,220ha に加えて新たに 2,980ha を灌漑する計画である。現在、2,980ha の灌漑にはポンプ運転経費として約 1 億円/年かかっている。ポンプ運転経費を削減するべく、Yeghvard 貯水池を建設して重力による灌漑方法を導入するのが事業コンセプトである。

新たに加える 2,980ha は、全くの新規地区ではない。この地区は、2 次水路を経由して既に灌漑されている地区に隣接しているが、水路の水が不足しているために灌漑出来ていない地区である。そのため、Yeghvard 貯水池が完成すれば、新規分の水量も確保するため灌漑はすぐに可能な地区である。なお、新規地区に隣接する 2 次水路から圃場までについては、末端水路の整備が必要であり、これらは WUA により実施されることが必要である。

Yeghvard 貯水池への導水は、既存のセヴァン湖への取水の影響を避けるため、春先の融雪時期の河川流量が多い時期に Hrazdan 川の自流域の水を利用するものである。Hrazdan 川の取水は、既設の水路を利用して貯水池に導水される。これにより、セヴァン湖への依存を減らすとともに、Ararat 平野からの地下水依存を減らす構想である。Yeghvard 貯水池建設後は、WSA 管理によるポンプだけでなく、WUA が管理する小型のポンプや地下水ポンプへの依存を無くし、ほぼ全ての灌漑用水は重力で配水する計画である。

第4章 Yeghvard 灌漑整備事業計画の課題と方向性

4-1 関連計画・政策との整合

4-1-1 国家開発計画

ADS（2014-2025：国家開発戦略）には、灌漑セクターに関して多くの記述はないが、GDP の0.3%（約30百万USD）を同セクターの新規開発投資に充て、別途予算で既存灌漑システムの維持・改善に努めるとしている。また、2005年に策定された国家灌漑政策法（Law on Fundamental Provisions of the National Water Policy）では、水資源保全と活用のための優先順位（Article 13）として、国民のために水資源保全を第一義に置いた上で、その活用の優先度を1)伝統・因習、2)国際法、3)国民に不可欠なもの、4)農業（灌漑・畜産・非工業）、5)エネルギー、6)工業、7)レクリエーション、8)渇水時対応、としている。即ち、「ア国」における国民の生計、産業の礎であるセヴァン湖を保全しつつ、経済活動の中では灌漑農業に優先度を置いている。周辺地域では近年消滅の危機にあるアラル海や湖水面積の急激な減少傾向にあるイラン国アゼルバイジャン州のオルミエ湖の状況を踏まえれば、1980年代から流域変更による導水、年間170MCMの放流制限等の施策を打ってきた事実から、アルメニア人にとってのセヴァン湖保全の重要度が伺える。

国家灌漑政策法に基づき、2006年に国家灌漑プログラム（National Water Program）が策定されている。その中で、灌漑セクターにおける開発のための課題と展望（Article 19）で、取り組む対策として、1)WUAへの補助政策推進、2)ポンプ灌漑から重力灌漑への転換（O/M費の削減）、3)灌漑インフラの充実と近代灌漑技術の導入、4)灌漑システムの改修による維持管理効率の改善、5)WUAによる参加型水管理、6)灌漑農地の拡大、7)灌漑基準書の整備、などを掲げている。また、同プログラムでは、上記対策の持続的な促進には、水資源の安定的な確保が必要として、貯水施設の整備を進めるとしている。

4-1-2 農業政策

本事業によって、対象地域12,200haの灌漑事情を改善し、対象地域内の作物生産の増加が実現することになるが、SADSで示された8つのビジョンと本事業の整合性は、表4-1.1のように整理できる。

表4-1.1 Yeghvard 灌漑整備事業とSADSビジョンとの整合性

No	Vision of SADS	Direct influence	To be considered in the actual implementation	Indirect influence
1	Enhancement of sustainability and competitiveness of agriculture	○		
2	Organized, highly competitive and market-oriented production with horizontal links with the other economy sectors		○	
3	Sustainable provision of food to the population and meeting the demands of the processing industry	○		
4	Increase in gross farm produce will be ensured by increased labor productivity			○
5	Considerable part of the produced agricultural raw materials will be processed by the SME in rural communities			○
6	Positive change in the intrasectoral structure of plant and livestock production		○	
7	Utilization of the agricultural potential and especially land resources will improve considerably	○		
8	Food security level of the population of the country will raise		○	

出所：The JICA Study Team

以上のように、SADS のビジョンと事業の整合性においては、直接的な関連を有する部分もあるが（No.1, 3 および 7）、今後の対象地域の農業振興計画を立案・実施するにあたり、考慮すべき課題の部分もある（No.2, 6 および 8）。加えて、本事業に留まらず国家あるいは地域の農業政策の中で取り組むべき課題も存在する（No.4 および 5）。

4-1-3 他ドナー事業計画

現在「ア国」政府は、旧ソ連時代に計画され、実施設計まで終えた 9 つの貯水池建設による灌漑プロジェクトの内、建設途中で中断した 2 つを含む 3 事業の実施について、ドイツ（KfW）、フランス（AFD）および我が国（JICA）に対して、有償資金協力にかかる支援を要請している。その内、ドイツ支援の Kaps 事業、フランスによる Vedi 事業は F/S 調査の最終段階にある。表 4-1.2 に 3 事業の概要について比較する。

表 4-1.2 3 貯水池建設事業の比較

プロジェクト	ダム/貯水池		農業		灌漑		事業費 百万 Euro (百万 USD)	
	堤高(m)	計画 貯水量 (MCM)	計画 貯水面積 (000m ²)	主要 計画作物 (面積順)	灌漑必要量 (MCM/年) (節水灌漑導入率)	既存灌漑 面積(ha)		計画灌漑 面積(ha)
Kaps (KfW)	55m	25MCM	約 1,300	1)小麦 2)大麦 3)ポテト 4)メイズ 5)野菜、等	25MCM (節灌 100%)	2,148ha	19,240ha	82.5M.Euro (103M.USD)
Vedi (AFD)	72.5m	29MCM	約 1,400	1)野菜 2)果樹 3)ぶどう 4)小麦 5)牧草、等	32MCM (節灌 50%)	2,440ha	2,820ha	90M.Euro (113M.USD)
Yeghvard (JICA)	30-35m	90-110 MCM	約 8,400	1)小麦 2)野菜 3)ぶどう 4)果樹 5)牧草、等	148MCM (節灌 0%)	9,200ha	12,200ha	-

出所：Kaps, Vedi F/S 報告書

Kaps、Vedi 両事業とも貯水池を建設することによって、灌漑面積の拡大とシステム改善による作物・畜産収益増、また、現在のポンプ灌漑地区が重力灌漑に転換され、O/M コストが大幅に削減されることを効果に上げている。特に Kaps では旧ソ連時代に建設され、老朽化の著しい下流への放流トンネルが閉塞した場合のダム決壊リスクを見込んでおり、「ア国」における最優先事業となっている。但し、トルコと共同運用を行っている Akhuryan 貯水池への放流義務（150MCM/year）による灌漑必要量の制約から、節水灌漑の導入を全地区で適用している。他方 Vedi については、国境河川である Araks 川沿いのポンプ場を一部廃止することによる O/M コストの削減を謳い、「ア国」灌漑政策に準拠した受け入れ可能な（Acceptable）事業としている。

4-1-4 Yeghvard 貯水池建設の妥当性

上述した Kaps および Vedi 事業と比較する上で、Yeghvard の事業費や IRR の算出は本格 F/S 調査を待つ必要はあるが、3 事業とも主要計画作物に大きな特徴がないため、作物・畜産便益によ

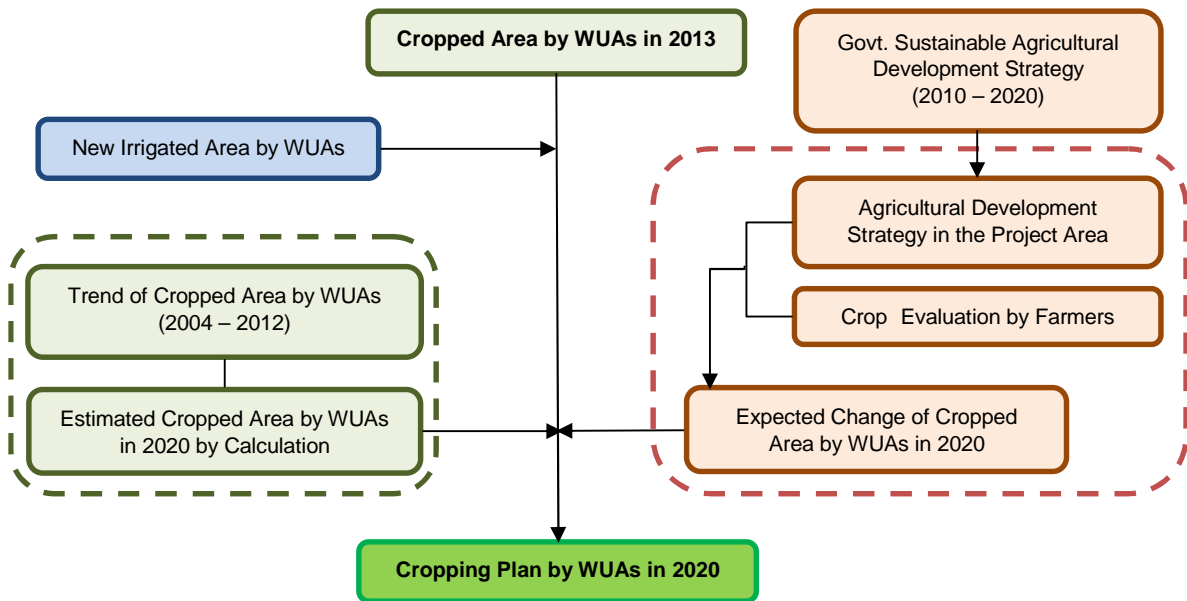
る大差はないと考えられる。Kaps はダム決壊リスクを便益に含めているため、相応の IRR が出ているが、これを除けば Vedi 同様の低い IRR となることが想定される。Yeghvard は他 2 事業に比べ、貯水面積（池敷面積）が広く、持続的な遮水対応に採用する工法によっては、事業費の高騰も予想される。一方で、Yeghvard 貯水池が建設されることで、現在セヴァン湖に依存している約 50MCM/year（セヴァン湖放流制限 170MCM/year の 30%程度）が削減される。当効果の捉え方によっては、受け入れ可能な事業となる可能性が高い。

4-2 開発課題

4-2-1 対象地域の作付け計画

本調査開始時には、事業実施後の灌漑対象地域の作付け計画が十分検討されていなかったことから、本計画の実現性を検討するにあたり、先ず作付け計画を明らかにする必要がある。もちろん、現在の自由経済体制下では、毎年の作付けは各農家の自由意志によって決定されるものであるが、SADS で示した農業開発戦略と対象地域の現状を基に、行政側から対象地域の農業振興の方向性を具現化して、現場レベルの農民や関係者に示すことは重要である。

以下、今回の調査で得た関連情報を基に、対象地域の作付け計画策定の論理構成とその結果を提示する。作付け計画策定の手順は、図 4-2.1 に示すとおりである。



出所：The JICA Study Team

図 4-2.1 作付け計画策定手順

1) 新規灌漑地

本事業によって、約 2,980ha の農地が新たに灌漑されることになる。対象地域は灌漑無しでは作物栽培が不可能なため、現在これら農地では耕作が行われていないことから、事業実施後はこの約 2,980ha 全てで新たな作付けが行われることになる。表 4-2.1 に対象 WUA 毎の新規灌漑地面積を示す。

表 4-2.1 WUA 別新規灌漑地面積

WUA	New Irrigated Area (ha)	(%)
Yeghvard	1,377.3	46.2
Ashtarak	823.9	27.6
Vagarshaat	34.3	1.2
Khoy	143.9	4.8
Aknalich	601.8	20.2
Total	2,981.2	100.0

出所：PIU, The State Committee for Water System

ここで注目されるのが、全体の 2,000ha 以上、73.8% の新規灌漑地が、Yeghvard と Ashtarak 両 WUA の管轄地域に含まれることである。両 WUA は Ararat 平原の北端に接し、地形的にも山間地へ移行する緩やかな傾斜の多い地域である。現在でも、穀類や野菜より果樹（ブドウ含む）やアルファルファの作付けが多く、SADS でも果樹栽培や家畜飼育の振興が優先戦略として挙げられている。

2) 過去の作付け傾向からの試算

PIU から入手した対象 5WUA の、2004～2012 年の主要作物作付け率動向データから、2020 年のそれら作物の作付け率を試算した。具体的には、各 WUA の主要作物毎に、作付け率動向対数曲線を導きだし、2020 年の作付け率を演算した。その後、それらを対象地域（12,200ha）にあてはめて、主要作物別の作付面積を算出した。表 4-2.2 にその結果と、比較対象として 2013 年の対象地域（約 9,220ha）の作付け率を示す。

表 4-2.2 対象地の作付け試算（2020 年）

Crop	Cropped Area		
	2013 (%)	2020 (%)	2020 (ha)
Wheat	22.0	26.5	3,235.0
Vegetables	22.9	21.4	2,609.3
Grape	14.8	15.1	1,847.0
Orchard	10.7	14.2	1,734.3
Perennial grass	9.1	12.2	1,488.4
Others	20.6	10.0	1,286.8
Total	100.0	100.0	12,200.8

出所：The JICA Study Team

3) 対象地域の農業振興戦略

SADS では Marz 別の農業振興戦略が示されているが（表 2-3.3 参照）、ここでは対象地域（12,200ha）の現況も勘案して、表 4-2.3 に示す対象地域の農業振興戦略を立案した。

表 4-2.3 対象地域の農業振興戦略

サブセクター	推奨される戦略
穀類	<ul style="list-style-type: none"> 生産性の増加 飼料用穀物の生産促進（オオムギ、メイズ等）
野菜	<ul style="list-style-type: none"> 温室による秋・冬期栽培の促進（通年収穫） 作物の多様化（新たな品種や鑑賞植物等） 食品衛生に留意した農産加工業の促進
果実/グレープ	<ul style="list-style-type: none"> 栽培面積及び生産性の向上 長期保存技術・システムの導入 食品衛生に留意した農産加工業の促進
飼料	<ul style="list-style-type: none"> 栽培面積の増加
畜産	<ul style="list-style-type: none"> 畜牛数（肉用・乳製品用）の増加 養鶏業、養豚・養羊業の促進 食品衛生に留意した農産加工業の促進

出所：The JICA Study Team

4) 農家の作物評価

毎年の作付けを実際に決定し、栽培を行うのは農家自身である。表 4-2.4 に、今回の調査期間中現地農家から得た各作物に対する評価内容を示す。

表 4-2.4 農家の作物評価

作物	利点	不利点
コムギ	<ul style="list-style-type: none"> パン食の安定的な供給（依然として生計にとって重要な位置を占める） 栽培コストが低く、管理が容易かつ安定的な生産量のある作物=大規模生産に適している 政府による種子支援がある 	<ul style="list-style-type: none"> 販売価格が低く、利潤性が低い
野菜	<ul style="list-style-type: none"> 高い収益性 短期的な収益が見込める Ararat 平野において栽培に適している（年間 2 作可能） 	<ul style="list-style-type: none"> 不安定な価格変動（収穫期における低価格） 収穫盛期における売れ残りが多い（買手不足） リスクの高い作物（高い栽培コスト、病虫害管理の難しさ）= 栽培面積拡大の難しさ
果実・グレープ	<ul style="list-style-type: none"> 比較的高い収益性 容易な管理=大規模生産に適している 加工工場（パイヤー）が近隣にすることが多い 	<ul style="list-style-type: none"> 収穫までの期間が比較的に長い（短期的な収益が見込めない） 短期的に作付けを変えられない（低い柔軟性） 生産量が不安定（自然災害の影響を受けやすい）
アルファルファ（多年生植物）	<ul style="list-style-type: none"> 輪作に適している（土壌肥沃度を改善） 重要な飼料用作物 	<ul style="list-style-type: none"> 畜産と連携していないと収益性が低い（Ararat 平原では畜牛の数が少ない）

出所：The JICA Study Team

5) WUA 別作付け動向予測（2020 年）

以上検討した、対象地域の農業振興戦略、農家の作物評価、及び SADS の Marz 別農業振興戦略を総合的に考慮して、2020 年に向けた WUA 別作物栽培面積の動向予測を表 4-2.5 にまとめた。

表 4-2.5 WUA 別作付け動向予測（2020 年）

WUA	Expected Cropped Area Change in ha (comparison with the area in 2013)						
	Wheat	Vegetables	Grape	Orchard	Perennial grass	Others	Total
Yeghvard	High increase	Increase	High increase	High increase	High increase	High increase	Very high increase
Ashtarak	Increase	Stable	High increase	High increase	High increase	High increase	High increase
Vaqarshapat	Stable	Stable	Increase	Increase	Stable	Stable	Stable
Khoy	Stable	Stable	Increase	Stable	Stable	Increase	Slightly increase
Aknalich	Slightly increase	Increase	Increase	Stable	Increase	Increase	High increase
Total	High increase	Slightly increase	High increase	High increase	High increase	High increase	High increase

出所：The JICA Study Team

6) 作付け計画（案）（2020 年）

上記 WUA 別作付け動向予測と、2020 年の作付面積試算結果（表 4-2.2 参照）、現在（2013 年）の作付け実績（表 3.2.1 参照）対象地域の農業振興戦略（表 4-2.3 参照）、農家の作物評価（表 4-2.4 参照）および SADS の Marz 別農業振興戦略（表 2-3.3 参照）から、表 4-2.6 に示す 2020 年の作付け計画（案）を作成した。

表 4-2.6 対象地域の作付け計画 (案) (2020 年)

WUA	Cropped Area (ha)						Total
	Wheat	Vegetables	Grape	Orchard	Perennial grass	Others (potato, barley, maize, etc.)	
Yeghvard	500	100	250	650	480	448	2,428
Ashtarak	140	80	550	300	210	459	1,739
Vagarshapat	295	165	40	55	25	59	639
Khoy	1,300	1,200	850	550	350	986	5,236
Akmalich	500	700	120	25	275	538	2,158
Total (%)	2,735 (22.4)	2,245 (18.4)	1,810 (14.8)	1,580 (13.0)	1,340 (11.0)	2,490 (20.4)	12,200 (100.0)

出所：The JICA Study Team

4-2-2 農産物の輸出振興

SADS では、農業全体の生産性を向上させ、農産物の付加価値を高めると共に、それらを国内市場と国外市場へバランス良く供給することで、国民の食料安全保障を向上させると共に、農産物の輸出を促進することをうたっている。対象地域は「ア国」における野菜、果樹の主産地の一角を占めているが、季節的な変動はあるものの、近年の増産によって国内市場は飽和気味となり、生産者はこれら作物のマーケティングに苦勞している実態がある。野菜・果樹は「ア国」の伝統的輸出品目であり、対象地域の農業発展にとってもそれらの輸出振興は非常に重要となっている。しかしながら、「2-3-9 農産物輸出入」で検討したように、「ア国」の農産物輸出拡大には多くの課題が存在する。表 4-2.7 では、「ア国」の農産物輸出の現状を整理するため SWOT 分析を行った。

表 4-2.7 アルメニア国の農産物輸出の SWOT 分析

内部環境要因	
強み	弱み
<ul style="list-style-type: none"> ● 恵まれた日照時間 ● 勤勉で熟練した農家 ● 果物（ブドウ含む）と野菜の高い生産量（輸出余力あり） ● 果物、野菜の産地が形成されている（効率的なバリューチェーンやクラスター発展の基礎となる） 	<ul style="list-style-type: none"> ● 限られた面積の農地（山岳地が多い） ● 厳寒の冬期と少ない年間降水量 ● 主要作物の収穫期が集中している（年間を通じた安定的な輸出が必要） ● 国内需要よりはるかに少ない食肉生産（ヒツジ、ヤギを除く） ● 高い生産コスト（投入財、労賃） ● 輸出税 ● 弱い品質管理・検査態勢（規格、農業規制・残留、食品衛生管理等） ● 非効率な流通網 ● アグロインダストリーへの低い投資（物流、加工）
外部環境要因	
機会	脅威
<ul style="list-style-type: none"> ● CIS 諸国での長い輸出実績 ● 果物、野菜、ブランドの品質に対する CIS 諸国での高い評価 ● ヒツジのイラン向け輸出実績 ● 有望輸出向け市場であるロシア、ヨーロッパに近い ● 海外アルメニア移住者のネットワーク 	<ul style="list-style-type: none"> ● CIS 諸国における多くの手強い競合国（トルコ、ウズベキスタン、イラン等） ● ヨーロッパ市場の CIS 諸国とは異なった嗜好（新たなチャレンジ） ● ヨーロッパ市場で求められる高い品質規格（外観、等級、検査等）と、確実に安定的な供給量 ● ヨーロッパ市場で求められる食の安全・安心に対する厳しい要求（信頼性の高い機関からの証明書添付が必要） ● 限られた輸出経路（事実上、グルジア経由陸路に限られる） ● 最大の市場であるロシアの不安定な社会経済情勢

出所：The JICA Study Team

以上の SWOT 分析結果から、以下のような農産物輸出振興戦略が導き出される。

i. 輸出市場（市場の多角化）

- 短期戦略：ロシア及び他の CIS 諸国（既存市場の維持と拡大）
- 中長期戦略：EU 諸国（新たな市場の開拓）
 厳しい食品衛生管理に基づく、安全・安心な作物/加工品の生産が必要

ii. 輸出品目

- 野菜
- 果物とブドウ（ブランドー含む）
- 花卉、観葉植物（中長期的目標）
- ヒツジ（イラン向け）
- 食肉類（中長期的目標：短期的には輸入代替も含めた国内需用向け生産に傾注）

iii. アグリビジネス振興

- コールドチェーン流通体制の整備充実（輸送および保管）
 - 厳しい衛生管理基準に則った食品加工産業の発展（中長期的目標）
- 加工食品（野菜、果物）は主に CIS 諸国に輸出されている一方、輸出量以上の製品が CIS 諸国外から輸入されている。従って、短期的には輸入代替も含めた国内市場向けに、安全・安心な食品を供給する、農産加工業の発展を目指す

4-2-3 セヴァン湖の水資源利用の方向性

セヴァン湖は、「ア国」にとって貴重な水資源であり、灌漑、水力発電、環境・レクリエーションなど、複数の目的を持つ。セヴァン湖から Hrazdan 川への流出水量は、完全にコントロールされている。灌漑時期以外は、セヴァン湖から Hrazdan 川への放流は行われていない。「ア国」では、水力発電よりも灌漑が優先されている。

将来、気候変動により気温の増加、降雨の減少、温度変化に伴う作物必要水量の増大などが「ア国」でも予想されている。これに伴い、Hrazdan 川は、首都エレヴァンに隣接しており、将来的にも人口増加、それにとまなう工業や都市用水の増加も想定されるなど、水資源の逼迫は重大な懸念事項である。

こうした状況を背景とし、優先すべき課題としては、セヴァン湖の水位回復および年間 170MCM の上限を超えない水資源運用や貯水池の建設等である。170MCM/year は、雨量が少ない渇水のような年には、灌漑のための放流は行えることになっているものの、出来るだけセヴァン湖の負担を減らすための水資源管理は重要なテーマである。セヴァン湖以外の流域の状況も確認したうえで、複数の流域を統合的に管理する視点も重要となる。

4-2-4 国際河川への配慮

先行している 2 つの事業について、Kaps はトルコと共同運用を行っている Akhuryan 貯水池への責任放流量 150MCM/年に準拠した計画としていることで対応している。なお、TIWRM (WB) の報告によれば、図 4-2.2 に示す Akhuryan 川と Araks 川の合流地点の上下流に位置する流量観測データによると、上流側で流量の上昇傾向にあるものが、下流側では減少傾向にある。これは、トル

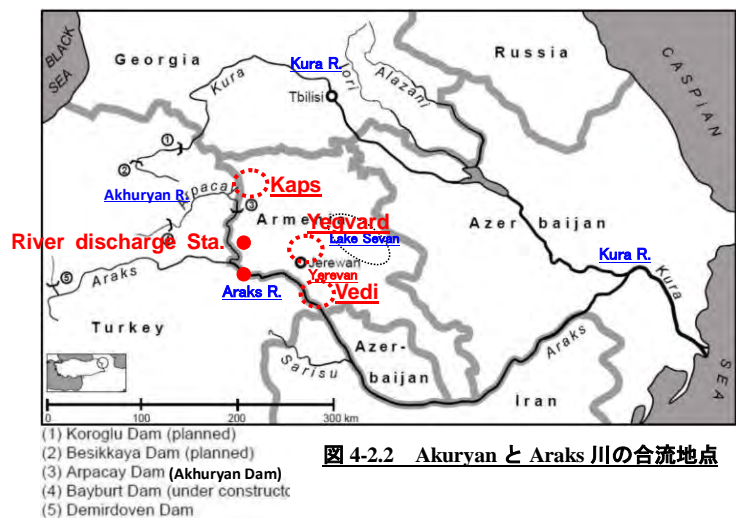


図 4-2.2 Akhuryan と Araks 川の合流地点

コ側での開発が顕著であることを示しており、Araks 川下流の流量減少があるとすれば、トルコ側の開発が主たる要因であることを示唆している。

Vedi については、国際河川の Araks 川沿いの 3 箇所のポンプ取水を廃止することで、これまで取水してきた表流水を国際河川に落水させることで、「ア国」関係機関は間接的ではあるが Araks 川の流量増に貢献できると考察している。

Yeghvard 事業について、Kaps や Vedi の貯水池建設とは異なり、自然河川を締め切るものではなく、Hrazdan 川を流れる雪解け時の水を既設の Arzni-shamiram 水路を経由して、一次貯留（調整池）し、乾季の灌漑に充てるものである。そのため、貯水池の新規建設により、下流の水資源環境の変化をもたらすものではない。また、図 4-2.3 に示すようにセヴァン湖に流入する自然河川に国際河川はない（流域変更によるトンネル導水は別として）。即ち、Kaps の Akhuryan 川や Vedi の Araks 川とは異なり、「ア国」が独自に開発することが出来る唯一の水資源であると言える。「アルメニア人にとって、セヴァン湖からの放流先である Hrazdan 川の水使用方法に関して、他国から干渉されることに違和感がある」ことは調査団として理解できる。

更に、近年 Ararat 平原の地下水低下（最大 15m）とその水質悪化が取り立たされている。現時点で十分な調査が進んでいないが、今後同平原を流下する国際河川（Araks 川）の水量・水質に影響することも想定される。TIWRM (WB) によれば、2008 年比で年間の地下水汲上げ量が約 6 億 m^3 増えており、そのほとんどが Fish Pond 用であるが、ポンプ灌漑用も 5%程度含まれている。現在の Yeghvard 事業地区下流部と Vedi 全灌漑地区用のポンプ水源が Ararat 平原に位置しており、ポンプ場の廃止は国際河川問題の緩和に貢献できる。



第5章 Yeghvard 灌漑整備事業計画への提案

5-1 農業支援

5-1-1 営農支援

“3-2-4 農民が抱える問題点”でも検討したように、対象地域の農民は営農上の多くの問題を抱えている。Yeghvard 灌漑整備事業は農家の最大の関心事のひとつである、灌漑状況の改善を目的としたものであるが、SADS で示した農業開発戦略に基づき、地域農業の発展、農家の生計向上を実現するには、本事業に留まらず、現在農民が直面する諸問題の解決に向けた包括的な対策が実施される必要がある。

表 5-1.1 に、今回の一連の農家調査を通して得られた主要な営農上の問題点と、その対策を示す。幾つかの対策は既に「ア国」政府によって実施されているが、本事業の実施と並行して、これら対策が効果的に実施されることで、事業効果が更に高まるものとする。これら対策の効果的実施には、先ず対策間の優先順位を明らかにし、政府主導で実施すべき対策と、政府の支援により民間主導で実施すべき対策を明確にしながら取り組むことが重要と考える。

表 5-1.1 農家が抱える問題への対策

問題点	対策
技術的支援の不足	栽培に適した作物の導入や、農家のニーズに適った農家レベル技術の開発を担えるよう、農業研究分野を増強する 個人農家を対象とした農業普及システムを整備し、作物や技術の普及を行う
高い生産コスト 農業機械不足	民間部門が農業投入物及び農業機械ビジネスに参入可能なよう、自由なビジネス環境を整備し、競争を促す 農業投入物や農業機械にかかわる輸入税の免税もしくは削減 農業投入物や農業機械の輸入に係る障壁を緩和する 中古農業機械の貿易・販売を促進する
低い農業投入物の品質	民間部門が農業投入物ビジネスに参入可能なよう、環境を整備し、自由ビジネス競争を促す 検査、罰則を含む品質基準や管理システムを導入する
灌漑水不足	農場レベルの灌漑水路の修繕 水利網の開発及び修繕 WUA メンバーへ水管理技術の指導 果樹園における点滴灌漑システムの導入促進 地下水利用の規制強化
農業融資制度の不足	政府支援による、農家の状況に適合した農業融資制度の促進 農家を対象に融資制度の効率的な利用法や利点、返済義務等の指導
低い市場へのアクセスビリティ 市場の飽和状態（季節毎）	野菜の促成栽培や抑制栽培といった技術の導入及び開発 新たな野菜、果実、花卉、鑑賞植物の導入及び開発 民間部門が輸出を含む農産物マーケティングに参入可能なよう、環境を整備することでビジネス競争を促す 自由競争による民間部門の参入を促し、食品衛生志向の高い農産物加工業の発展を推進する 農家を対象に、政府管理型の市場制度と比較しながら、自由競争システムにおけるマーケティングとは何か、利点、不利点を含め指導する 農家（農家組織）と優良な民間トレーダーの仲立ちをし、マーケティングにかかわるパートナーシップの構築を促す 農産物の市場価格等の最新市場情報へのアクセスを可能にする 農村部における道路網の開発及び修繕

出所：The JICA Study Team

5-1-2 農産物輸出振興支援

農産物輸出振興は SADS の大きな柱のひとつであり、本事業の効果を最大化するためにも重要な戦略である。SADS のゴールのひとつとして、“輸出志向型農産物振興のための条件整備”が明記されているが、表 5-1.2 に望ましい条件とそれを実現するための対策を示す。これら対策の効果

的实施には、営農支援対策同様、各対策の優先順位の明確化、政府と民間の役割分担の明確化が必要となる。特に、流通分野は営農支援以上に民間の果たす役割が大きいことから、政府は黒子に徹し、民間の活力を最大限活かす姿勢が重要と考える。

表 5-1.2 農産物輸出振興のための望ましい条件

望ましい条件	必要な対策
対象市場において需要の高い作物や品種が増加する	<ul style="list-style-type: none"> 対象市場における市場調査の実施 市場調査の結果を踏まえ、新たな作物や品種の導入及び開発 農家を対象に、新たな作物や品種の導入に必要な栽培技術の普及
野菜の通年収穫が行われる	<ul style="list-style-type: none"> 秋・冬期に収穫可能な野菜の栽培技術導入及び開発 上記栽培技術の農家への普及 通年収穫を実現するため、一定地域内の農家を組織化し、栽培時期の調整を行う
年間を通じ、信頼性が高く、安定的な輸出マーケティングが実現する	<ul style="list-style-type: none"> 農家の組織化による、共同マーケティングを促進 農家と有望な民間トレーダー、トレーダー同士とパートナーシップの構築 長期貯蔵施設の開発
栽培コスト及び物流コストが削減される	<ul style="list-style-type: none"> 農家の生産性の改善 農村における道路網の整備及び改修 農業投入物、マーケティング、加工、海外貿易といったアグリビジネスにおける規制改革や公正な競争の促進 アグリビジネスにおける民間部門参加・活動の促進 農家及びアグリビジネス関連企業への農業融資制度の整備
高規格の作物が栽培される	<ul style="list-style-type: none"> 農家、トレーダー、加工工場といった全ての関係者を対象にした、対象市場が求める品質基準に係る指導 品質基準を満たす新たな作物や品種の導入及び開発 全ての利害関係者に対する、品質基準を満たすために必要な技術の普及 アグリビジネス部門における公正な競争の促進
安心・安全な作物及び生鮮品の生産が行われる	<ul style="list-style-type: none"> 農家に対する作物（食）の安心・安全に関する指導（味や見栄えのみが作物の品質に係る事項ではない） 農家を対象にした GAP(適正農業規範) 制度の導入 登録、市場検査、残留検査等に係る罰則も含めた実行可能な農業規制制度の強化 動植物検疫管理制度の強化
安心・安全な農産加工品の生産が行われる	<ul style="list-style-type: none"> アグリビジネスに対する、安心・安全な農産品（食）に関する指導 ISO22000、HACCEP (Hazard Analysis and Critical Control Point) 等の導入及び普及
対象市場においてアルメニア産農産物が宣伝される	<ul style="list-style-type: none"> 「ア国」産農産物の広報活動 「ア国」産農産物の国際博覧会等への積極的な出展

出所：The JICA Study Team

5-2 水源利用、灌漑面積、灌漑システム

5-2-1 水収支検討

水文気象データ、営農計画、ならびに Hrazdan 川における他の灌漑システムでの取水条件をもとに、Yeghvard 灌漑整備事業計画について水収支計算を行う。水収支計算の条件は、PIU を通じて収集した情報を参考に設定する。

表 5-2.1 に水収支計算条件、図 5-2.1 に Yeghvard 地区を含む用水システムの模式図を示す。また、表 5-2.2 には、Yeghvard 灌漑整備事業地区以外で Hrazdan 川とセヴァン湖の水を利用する地区の需要水量を示す。

表 5-2.1 水収支計算条件

項目	内容
灌漑面積	12,200ha
使用流量観測地点	Hrazdan (Hrazdan 川) Lusaker (Hrazdan 川) Ashtarak (Kasakh 川)
流量データ	10 日間平均データ (2003-2012)
灌漑基準書	Norms and regimes of Irrigation of agricultural crops for the irrigable lands of the Republic of Armenia (Appendix D-10)
粗用水量の引用地区	Armavir Marz (Heavy sand) (小麦,野菜,ぶどう,アルファルファ、果樹, メイズ (その他))
他の灌漑地区	Arzni-shamiram 2 nd part ,Lower Hrazdan 2 nd part, Artashat canal, Other canals
Arzmi-Shamiram 水路からの導水可能な最大断面	22m ³ /s
搬送効率	46.8% (幹線水路 1 (72%), 2 次水路以降 (65%))
蒸発量	40mm/月 (Yeghvard 観測地点における蒸発量の平均値を採用。3km × 3km から蒸発すると想定し 0.14m ³ /s を蒸発量ロスとして計上。 40mm/month×3km×3km/30/86400=0.14m ³ /s)
貯水池浸透ロス	F/S レポート (Armvodproject)での 0.61MCM/月の最大値を採用。貯水池浸透ロスとして 0.61MCM/30 日/86400 秒×10 ⁶ = 0.24m ³ /s を想定。)

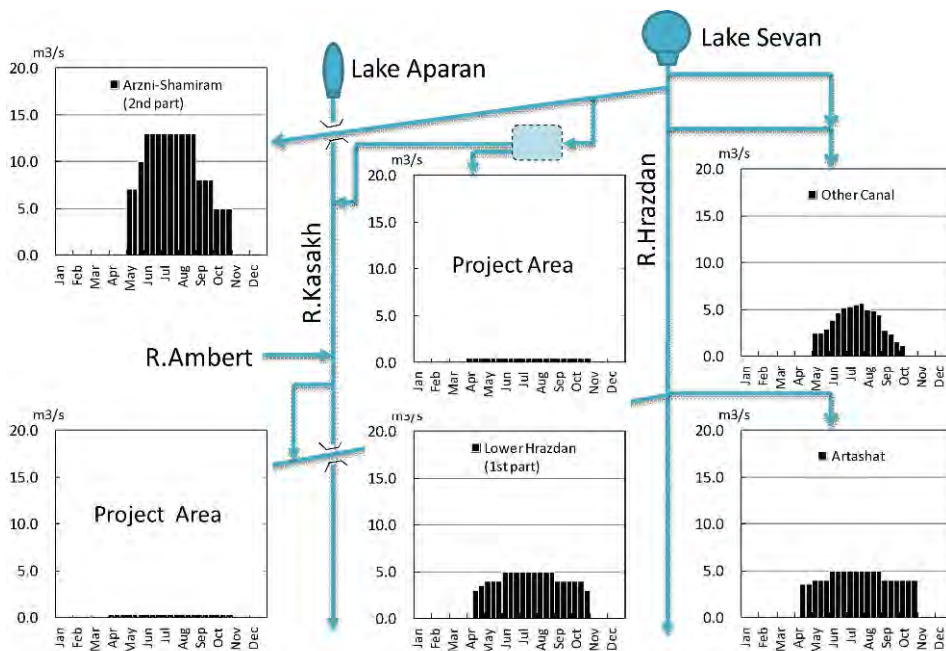


図 5-2.1 水収支計算での用水系統模式図

表 5-2.2 Yeghvard 灌漑整備事業地区以外の需要水量

Irrigation Area	Demand (搬送効率は考慮されている)
Arzni-shamiram 2 nd part	159.1 MCM
Lower Hrazdan 2 nd part,	76.2 MCM
Artashat canal	77.6 MCM
Other canals	52.6 MCM
Total	365.5 MCM

出所：PIU

5-2-2 Yeghvard 灌漑事業地区の必要水量

「ア国」の灌漑基準書に従い、必要水量の計算を行う。灌漑基準書「Norms and regimes of Irrigation of agricultural crops for the irrigable lands of the Republic of Armenia」に記載されている、各作物の必要水量は Appendix D-10 のとおりである。作物別灌漑面積を表 5-2.3 に示す。水路の搬送効率は、表 5-2.4 の通り PIU の計算条件に従い 46.8% を適用する。水路の搬送効率の向上は、「ア国」にとって重要な課題である。そこで、本検討においても、搬送効率を向上させた場合の水収支計算も想定する。このとき、水路の搬送効率を幹線水路と 2 次水路以降で、水路改修に伴う現実的な向上レベルを考え、それぞれ 3% 向上するリハビリを実施するものとし、搬送効率を設定のうえ必要水量を算定する（表 5-2.5、表 5-2.6）（Appendix D-11 参照）。なお、世銀による水路改修した区間では 85% が計測されているところもあり、搬送効率 3% の向上の想定は最低限の向上レベル程度と想定できる。

搬送効率の向上には、水路の破損箇所を含む水路壁や底部の改修や、分水ゲート周辺からの漏水を防止する工事などが考えられる。幹線水路の一部では、WB が既にリハビリを実施している区間もあり計画図面が作成されている。今後は、水路改修のための資金確保が課題である。なお、2 次水路以降の水路リハビリや維持管理は、WUA の関与が欠かせない。引き続き、水路の維持管理については WUA が実施していくことが重要である。

表 5-2.3 灌漑対象作物の内訳

作物	灌漑面積 (ha)
小麦	2,735
野菜	2,245
ぶどう	1,810
アルファルファ	1,340
果樹	1,580
その他 (メイズ)	2,490
合計	12,200

表 5-2.4 水計算での水路の搬送効率

対象施設	搬送効率 (現状)	搬送効率 (現状+3% 向上)
幹線水路	72%	75%
2 次水路～3 次水路 ～圃場	65%	68%
全体 (幹線水路～圃場)	46.8%	51.0%

表 5-2.5 灌漑必要水量

作物	灌漑面積 (ha)	必要水量 (MCM)
小麦	2,735	22.2
野菜	2,245	37.4
ぶどう	1,810	27.7
アルファルファ	1,340	23.2
果樹	1,580	13.4
その他 (メイズ)	2,490	21.1
合計	12,200	145.0

出所：PIU

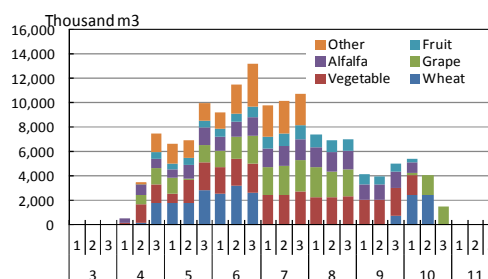


図 5-2.2 灌漑必要水量

表 5-2.6 灌漑必要水量 (搬送効率 3% 向上の場合)

作物	灌漑面積 (ha)	必要水量 (MCM)
小麦	2,735	20.4
野菜	2,245	34.3
ぶどう	1,810	25.3
アルファルファ	1,340	21.3
果樹	1,580	12.3
その他 (メイズ)	2,490	19.5
合計	12,200	133.1

出所：PIU

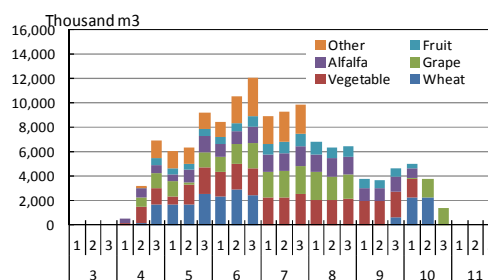


図 5-2.3 灌漑必要水量 (搬送効率 3% 向上の場合)

5-2-3 水収支計算（単年計算）

渇水時の河川流量を確率計算により算定し、Yeghvard 貯水池へ導水可能な水量について検討を行う。計算対象流量は、表 5-2.7 に示す 3 ケースについて行う。計算に使用する河川流量は、2003 年～2013 年の Hrazdan 川と Kasakh 川の 10 日間平均流量の実測値である。図 5-2.4 に各確率年の流量グラフを示す（第 3 章で掲載したものと同一）。

表 5-2.7 計算で利用する確率と再現年の関係

項目	Return Period	Remarks
50%確率相当	1/2	-
75%確率相当	1/4	アルメニア基準
90%確率相当	1/10	本邦基準

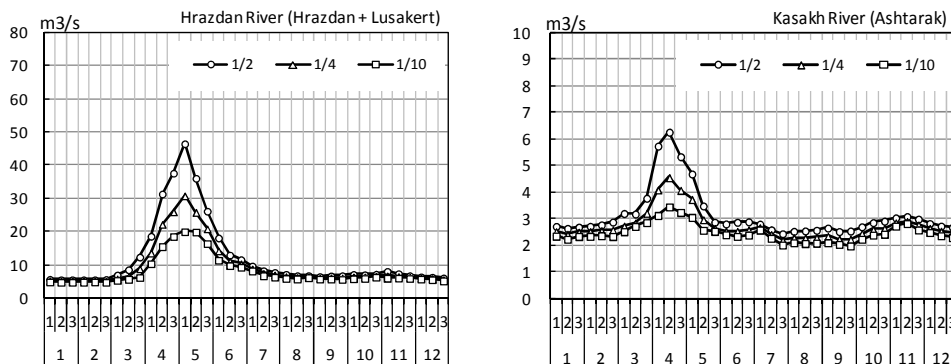


図 5-2.4 Hrazdan 川および Kasakh 川の 10 日間平均流量確率計算結果

表 5-2.8 は、各確率年の河川流量を使って、Yeghvard 貯水池に導水可能な水量を算出した結果である。計算の結果、平均的な流量（50%確率年相当流量）の場合、Hrazdan 川自流域から Yeghvard 貯水池への導水により、Yeghvard 貯水池は 103MCM まで貯水できる。そのため、Yeghvard 事業地区は Hrazdan 川の流量のみで賄うことができ、セヴァン湖への依存量は無い(Appendix D-12 参照)。

75%確率、90%確率の流量においては、Hrazdan 川に十分な流量が無いため、Yeghvard 貯水池への貯水可能量は、それぞれ 57MCM、23MCM にしか満たない。その結果、Yeghvard 事業地区は、31MCM（75%確率流量の時）、66MCM（90%確率流量の時）をセヴァン湖に依存する。

表 5-2.8 確率年と水収支計算結果

Probability	Return Period	Demand (MCM)	Lake Sevan (MCM)			Hrazdan (MCM)	貯水可能な水量 (MCM)
			Others	For Yeghvard	Total		
50%	1/2	145.0	177	0	177	248	103
75%	1/4	145.0	190	31	221	206	57
90%	1/10	145.0	204	66	270	159	23

このように、平均的な流量の時は、Hrazdan 川の 3 月～5 月の河川流量を Yeghvard 貯水池に蓄えて利用することができるが、河川流量が少ない状況では、Yeghvard 貯水池へ導水できる水量は小さくなり、不足する水量はセヴァン湖へ依存することになる。以上の検討を踏まえ、Yeghvard 貯水池の可能性を評価するには、貯水池の水収支を複数年間にわたる計算を行う必要があることが分かる。

5-2-4 水収支計算（連続計算）

Yeghvard 灌漑整備事業地区の Hrazdan 流域には、Hrazdan 観測所がある。Hrazdan 観測所の降水量データによると、近年の少雨であった 2008 年と 2012 年の確率年は、下記の通りである（第 3 章にて検討）。

表 5-2.9 30 ケ年を対象とした場合の少雨時の年降水量確率（1983-2012 年）

年	Probability (%)	Return Period
2008 年	92 %	≒1/10
2012 年	67 %	≒1/4

水収支の連続計算の目的は、検討対象とした年にも貯水池が空虚にならない規模の容量を確定することである。日本国内で貯水池の規模を決定する際は、1/10 確率渇水年を対象とするが、「ア国」のように降水量が少ない国では、1/10 確率渇水に耐えうる貯水池の規模は大きくなる。そこで、水資源に限られた「ア国」では、一般に設計時の河川流量の設定が 1/4 確率であることに倣い、1/4 確率を基準に検討する。ここでは、1/4 確率相当の 2012 年を検討対象年と設定し、2012 年の河川流量状況においても Yeghvard 貯水池で 12,200 ha を灌漑できる規模の貯水池を決定する。

表 5-2.10 は、Yeghvard 貯水池の規模を 90MCM とした場合の水収支計算結果である。図 5-2.5 は、Yeghvard 貯水池の貯水量の変化を図化したものである。このケースの場合、図表から、検討対象年である 2012 年は、Yeghvard 貯水池は途中で空虚になり、12,200 ha への灌漑が出来ない。この時の不足水量は 19MCM であり、この分はセヴァン湖またはポンプ場から補給されることが想定できる。

表 5-2.10 Yeghvard 貯水池の水収支計算結果（連続計算）

検討ケースと対象年	需要量 MCM	Yeghvard 貯水池規模 (MCM)	セヴァン湖への依存量 MCM			Hrazdan 依存量 MCM	不足水量 (Yeghvard) MCM
			Others	Yeghvard 灌漑地区	Total		
基本 (2012 年)	145.0	90	188	0	188	196	19

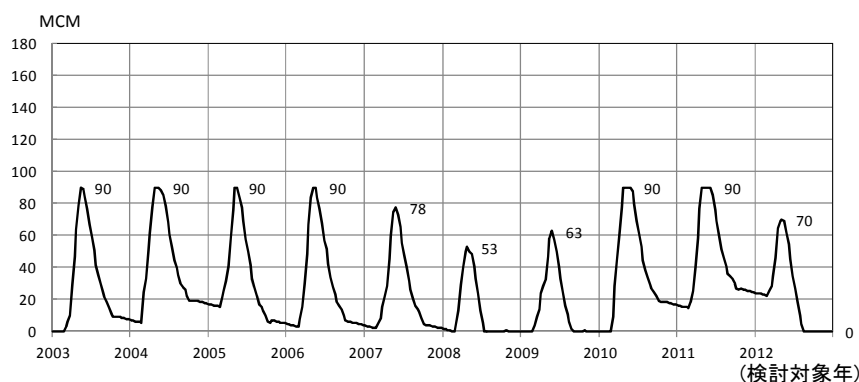


図 5-2.5 Yeghvard 貯水池 (90MCM) の貯水量変化

次に、2012 年の状況においても、Yeghvard 貯水池が空虚にならない規模の容量を算定する。その結果、貯水容量を 110MCM とすることで、12,200ha の灌漑が可能となる。図 5-2.6 に貯水容量の変化、表 5-2.11 のケース B に結果を示す。また、水路の搬送効率を向上させた場合の水収支計算結果について、表 5-2.11 のケース C に示す。

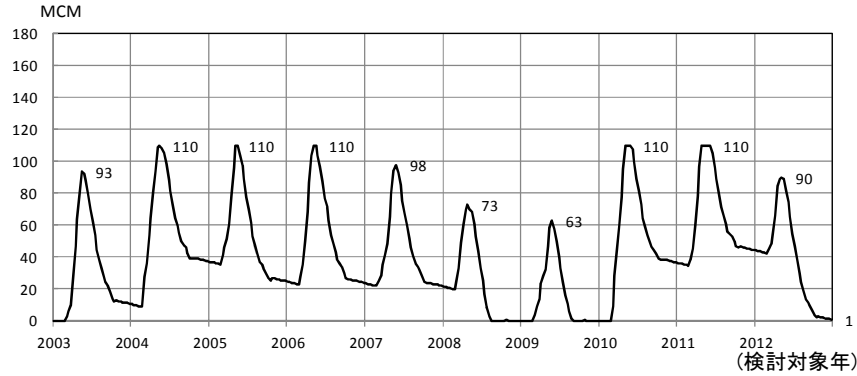


図 5-2.6 Yeghvard 貯水池 (110MCM) の貯水量変化

表 5-2.11 検討ケース毎の水収支計算の結果

検討ケース	需要量 (MCM)	Yeghvard 貯水池規模 (MCM)	セヴァン湖への依存量 (MCM)			Hrazdan 依存量 MCM	不足水量の 依存先
			Others	Yeghvard 不足量	Total		
Base	145.0	90	188	19	207	196	セヴァン湖
A	145.0	90	188	0	188	196	Rancchabar P/S
B	145.0	110	188	0	188	196	貯水池の拡大(110)
C	133.1	90	188	0	188	196	水路のリハビリ (Conveyance efficiency: 51%)

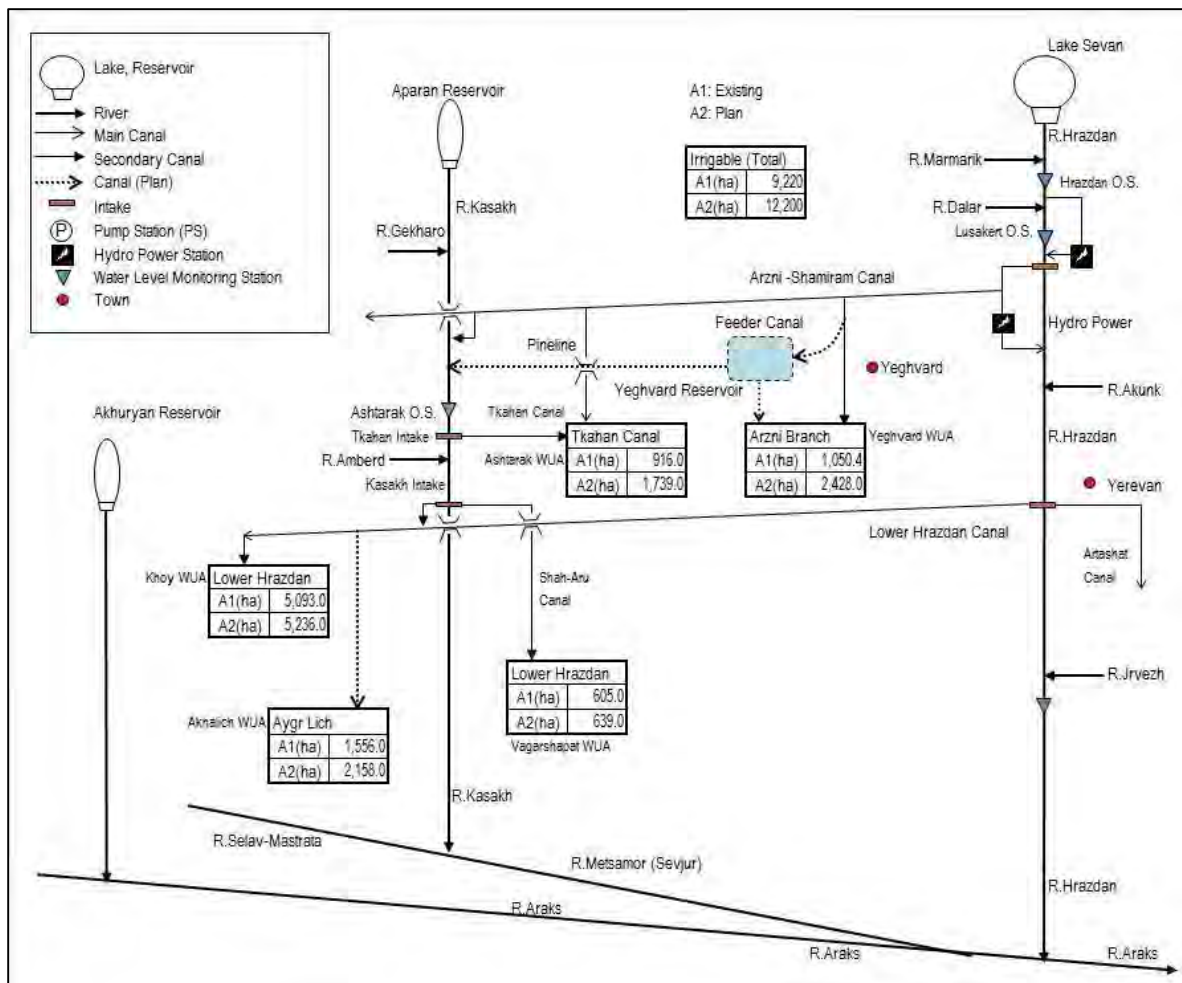


図 5-2.7 Yeghvard 灌漑事業地区の用水系統図 (計画)

5-3 貯水池規模

前述までの検討から、Yeghvard 貯水池の規模は、検討の前提条件とともに変化することが分かる。今回の調査においては、以下の検討シナリオを設定することで、Yeghvard 貯水池は 90MCM または 110MCM と幅を持つことが明らかとなった。F/S 時には、より精査したデータを活用して貯水池規模を確定する必要がある。

- ・基本ケース : 貯水池は 90MCM で設計し不足水量の 19MCM はセヴァン湖へ依存
- ・検討ケース A : 貯水池は 90MCM で設計し不足水量の 19MCM は Rancchabar ポンプ場へ依存
- ・検討ケース B : 貯水池を 110MCM に拡大し、Yeghvard 灌漑によるセヴァン湖への依存はゼロ
- ・検討ケース C : 貯水池は 90MCM で設計し、水路の搬送効率を向上させる。

5-4 既存堤体の活用等を考慮した堤体配置

1) 既存堤体の状態とその活用

現地調査・室内試験の結果より、既存堤体は硬質な砂礫材料から構成されていること、また密度・せん断強度も大きいことが確認された。

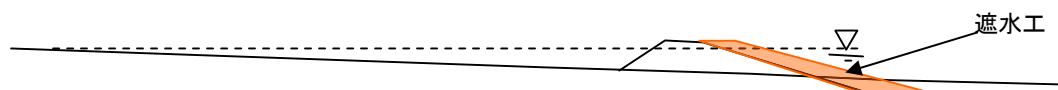
本貯水池の基本構想は、砂礫ゾーン斜面上の傾斜コアとこれと連結された池敷漏水防止工により貯水池を形成・貯留機能を確保するというものであるが、1999 年 F/S 時に貯水容量が見直された際にも、この基本構想・構造は踏襲されている。この点は今後とも変わらないので、砂礫材から成る既存盛土は、将来においても堤体の一部として活用できる。

但し、1999 年 F/S で提案されている堤体形状は、単に元設計の堤頂部付近を撤去したものであり、堤体の安定性及び遮水機能面からの検討は行われていない。よって、次段階の F/S 時には、既存砂礫盛土は活用しつつも、更なる砂礫盛土材および遮水材は出発点からの検討が必要となる。

2) 貯水池平面形状

貯水池形状は、1)高額となる池敷遮水工の面積、および 2)湖面からの蒸発量を極力減らすことを目的に、以下の方針で決定する。

- ・ダム No.1 及びダム No.2 を結ぶ東西軸を長軸とした略長方形の平面形状とする
- ・既存砂礫盛土を堤体盛土の一部として活用する観点から、貯水池の東西両端をダム No.1 及びダム No.2 により締め切る構造とする。
- ・南北側緩斜面上を水面が這い上がることによる貯水池面積拡大を防ぎ、池敷漏水防止工の施工面積縮小を図るため、南北側貯水池端を切土構造あるいは切り盛構造（下図参照）とする。



- 池敷緩斜面の地層内不整合面が不透水面として働くことにより雨水／融雪水がバックプレッシャーとして作用し、緩斜面上に敷設した漏水防止工が不安定化することを避けるため、緩斜面を漏水防止工で被覆することはせず、切土構造あるいは切り盛構造で対処する。

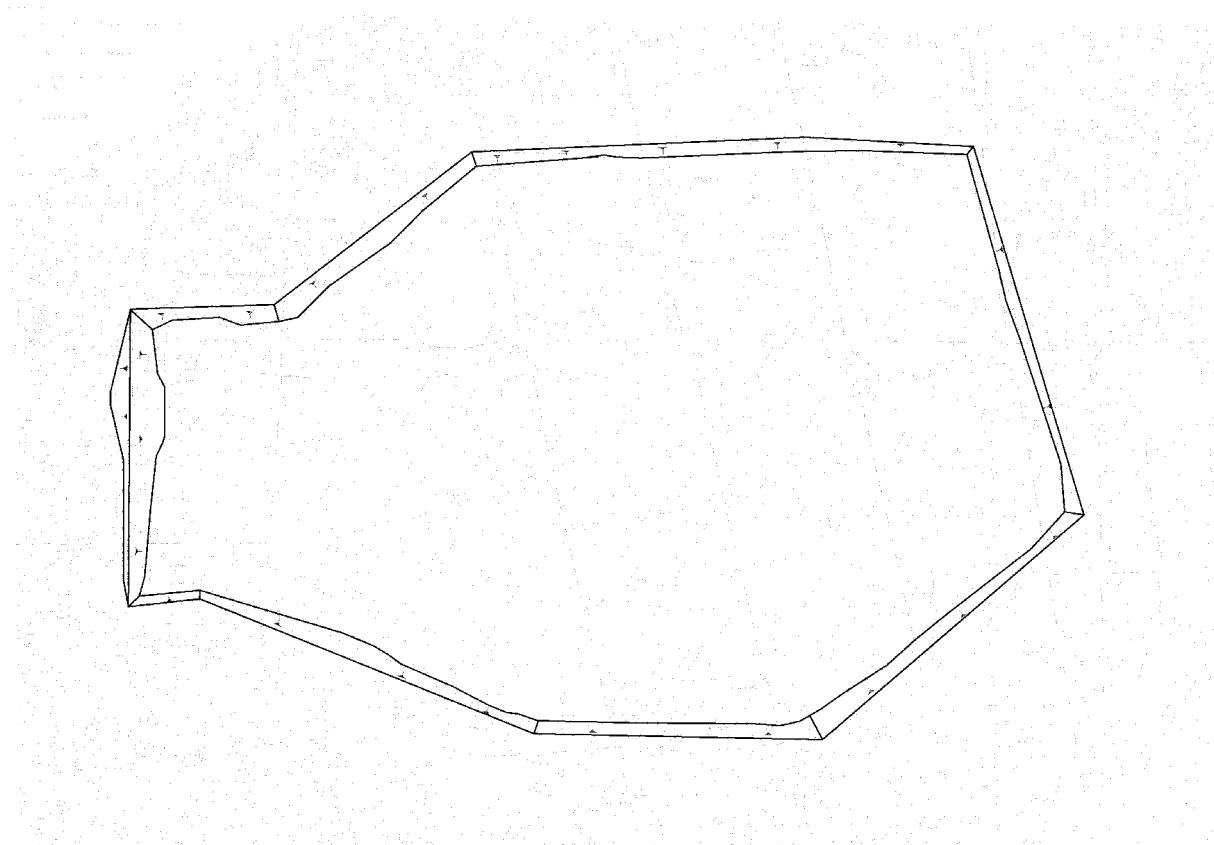
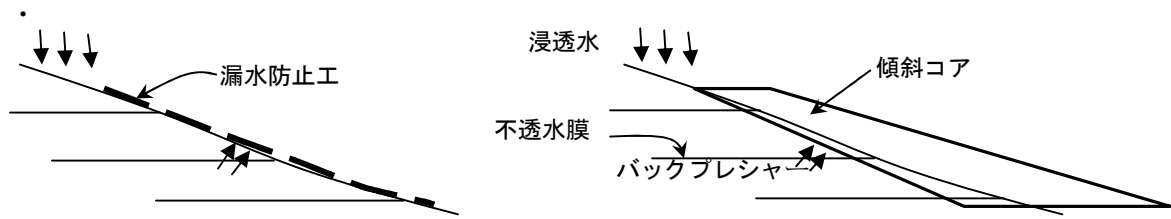


図 5-4.1 貯水池平面図 (案)

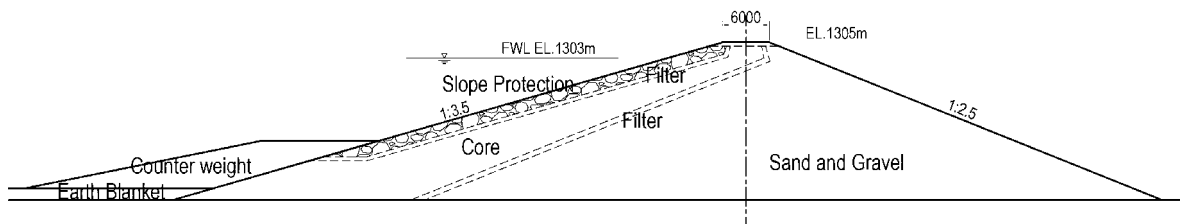


図 5-4.2 貯水池横断面図 (案)

5-5 池敷漏水防止工

5-5-1 既往調査および漏水量計算

旧ソ連時代に行われた実施設計調査（1983-1984）において、Yeghvard 貯水池周辺に分布する各地層の透水係数が調査された（ボーリング孔での注入試験、およびテストピットでの注水試験）。その結果を、表 5-5.1 に示す。

同表に示されるように、当地区に分布する各地層の透水係数は 1×10^{-2} cm/sec オーダーから 1×10^{-5} cm/sec まで変化するが、大部分は 1×10^{-3} cm/sec オーダーと、かなり高い値を示す。さらに、 5.03×10^{-3} cm/sec と非常に高い透水係数を示す、巨礫混じりの砂礫層 ($\rho_a Q_{IV}$) が池敷部の北西部に広く分布し、池敷を取り囲む斜面部分にも、非常に高い透水係数を示す火山岩類が分布している（図 3-3.1 参照）。本プロジェクトで実施された現場透水試験においても、ほぼ同様に高い透水係数が測定されている。

旧ソ連による上記調査時には、これら透水試験の結果を基に、池敷部を 8 分割し、それぞれの区分内に分布するやや透水係数の小さい層の分布、深度、層厚を考慮に入れ、ダム貯水水深ごとの漏水量を計算している。こうした、漏水量の計算結果を表 5-5.2 に示す。

同表に示されるように、ダムが満水している時（当時のダム設計容量は 228 MCM であった）の総漏水量は 311 MCM/year と積算されている。しかしながら、同表は、その地区内に何らかの低透水層（難透水層）が分布している 7 地区のみの漏水量を計算したものである。この 7 地区の他に、もう 1 地区、低透水層を全く含んでいない地区があり（池敷部の北東部）、この地区のみからの漏水量だけで 122 MCM/year に達すると言う。このように、同旧ソ連報告書は、このままでは、貯水池からの漏水量はとて許容できる範囲ではないと結論付け、確実な漏水防止工を施すことが必須であると述べている。

5-5-2 池敷漏水防止工

1) 漏水防止工の必要性

貯水池池敷は、低位部地表面に堆積する砂質粘土を除いて火山噴出物を主体とする堆積層より構成されており、透水性は非常に高い。また、地山地下水位が深度 100m 前後にいたるまで存在しない。そのため貯水池に貯留された水は池敷を通じて流亡してしまうこととなる。貯水池の貯

表 5-5.1 主たる地層の透水係数

地層	地層	透水係数 (cm/s)
1	風成・崩積性堆積物：ローム質砂 ($vdpQ_{IV}$)	1.97×10^{-4}
2	扇状地性沖積堆積物；巨礫・砂礫層 ($\rho_a Q_{IV}$)	5.03×10^{-3}
3	風化残留土・崩積性堆積 (edQ_{IV})	1.63×10^{-3}
4	後期更新世、火山起源質岩：凝灰岩 (βQ_{III})	4.68×10^{-3}
5	中期更新世火山岩類：溶岩 (βQ_{II})	8.04×10^{-3}
6	中期更新世：沖積性・湖成堆積：(lap-ap-lap Q_{IV})	1.16×10^{-5}
7	前期更新世火山起源性岩：軽石・凝灰岩 (βQ_I)	3.08×10^{-3}
8	後期鮮新世火山起源噴出岩類	3.24×10^{-4}
9	中期鮮新世沖積堆積物：巨砂礫 (αN_2)	1.57×10^{-2}
10	中期鮮新世火山岩類 (βN_2)	9.83×10^{-3}
11	前期鮮新世石英安山岩 (αN_1)	2.83×10^{-3}
	(単純平均)	4.67×10^{-3}

表 5-5.2 水位ごとの漏水量試算結果

地区区分	壩体標高	貯水水深	難透水層分布面積	単位漏水量	Total water loss		
					m ³ /day	m ³ /sec	MCM/年
	m	m	m ²	m ³ /day			
1	1,289	12	3914500	0.149	535510	6.78	213.71
2	1,294	17		0.161	629199	7.28	229.66
3	1,299	22		0.172	674517	7.87	246.20
4	1,304	27		0.184	718878	8.32	262.39
5	1,309	32		0.195	763607	8.84	278.72
6	1,314	37		0.207	808996	9.36	295.38
7	1,319	42		0.218	852472	9.87	311.15

留機能を確保するためには、池敷に対する漏水防止工が必要である。

2) 漏水防止工の施工範囲

池敷低位部地表面に堆積した砂質粘土層は、既存ボーリング孔内透水試験結果で平均値 $k=1.97 \times 10^{-4}$ cm/sec を示す。通常のボーリング孔内透水試験は主として孔壁から水平方向に漏出する水量を測定することにより透水係数を求めている。一方、水平方向の層順で堆積した自然地盤（特に水成堆積地盤）では、水平方向と鉛直方向の透水係数が大きく異なる「透水性の異方性」が知られている。調査時点での検討は $k=1.97 \times 10^{-4}$ cm/sec を鉛直方向に適用し、砂質粘土層に対しても漏水防止工が必要としているが、本層が顕著な透水係数の異方性を示すならば鉛直方向透水係数がこの値よりも小さくなるので、漏水防止工の施工範囲を小さくできる可能性がある。

以上より、漏水防止工施工範囲は、砂質粘土層の透水性に関する異方性の程度、十分な層厚を有するという意味での有効分布範囲により大きく影響される（※現時点では、工事費評価上での安全性を考慮し、対策工は池敷全面に対して実施するとして扱う）。

3) 漏水防止工法の選定

漏水防止工としては以下のものが考えられる。

- i) アースブランケット工法： 不透水性土質材料を撒きだし転圧したアースブランケットにより池敷を被覆する。土質材料としては池敷内に賦存する砂質粘土を使用する。
- ii) 水密アスファルト工法： 水密アスファルト舗装工により池敷を被覆する。本工法は、表面遮水型フィルダムの遮水壁として、多くの使用実績を有する。
- iii) ゴムシート（低密度ポリエチレンシート）工法： 低密度ポリエチレンシート等の不透水性膜により池敷を被覆する。慎重な施工、施工ミスによるダメージを防ぐための設計上での配慮が重要となる。
- iv) ベントナイトシート工法： ベントナイトシート不透水性膜により池敷を被覆する。使用条件の吟味、慎重な施工、施工ミスによるダメージを防ぐための設計上での配慮が重要となる。
- v) ソイルセメント被覆工法： ソイルセメント床により池敷を被覆する。ソイルセメントは、簡易水路、地盤改良工等、幅広い分野で経験的に用いられてきたが、面的な漏水防止工としての使用実績は乏しい。
- vi) 不透水性強化アースブランケット工法： 池敷から入手できる砂質粘土によるアースブランケットの不透水性をベントナイト粉末の混入または薄層挟み込みにより強化し、これにより池敷を被覆する。上記 iv) の工法の施工性・経済性を改良したものである。

各工法を比較した結果は、以下に示すとおりである。

施工性・経済性の面から、ソイルセメント工法が候補として考えられる。しかし、期待通りの不透水性が得られるか等については現地試験が必要であり、また、環境面からの六価クロム溶出試験の実施が必要である。次に有望なものは不透水性強化アースブランケット工法となるが、そ

の是非は試験結果次第である。ゴムシート工法，ベントナイトシート工法に関しては、現地での資材調達状況調査結果によるが、大寸法の製品として存在するゴムシート工法が、現時点では有利と評価される。水密アスファルトに関しては、経済性の面から対象外となる。アースブランケット工法については、透水係数の異方性を考慮しても大幅に透水係数が小さくなることはないので、漏水防止機能を果たすことが難しく、検討対象から外れる。

表 5-.5.3 池敷漏水防止工法比較表

工法	概要・実績	地震動に対する 追随性	基盤工	保護層	損傷箇所	概算工事費 (本邦単価)
i) アースブランケット工法	$k=5 \times 10^{-6}$ cm/sec, 厚 1.5m のアースブランケットでは、漏水防止機能が不十分	※必要な遮水性を確保するには非常に厚い厚さが必要で、現実的でない。				
ii) 水密アスファルト工法	1×10^{-8} cm/sec 以下。アスファルトフェイシングダムや産廃処理場での実績あり。	日本での地震遭遇経験から十分な追随性が証明されている。	必要	特に必要なし ※常に水面下に保つことが望ましい。	水面に木片等を浮かべて漏水箇所を把握し、必要に応じ補修する。	15,000 円/m ² (単層3層構造、 t=16cm)
iii) ゴムシート(低密度ポリエチレンシート)工法	1×10^{-12} cm/sec 以下。農業溜池、産廃処理場での実績あり。大寸法の製品あり。慎重な施工、施工ミスによるダメージを防ぐための設計上での配慮が重要。	地震動に対する追随性は非常に高い	必要 ※t=30cm 砂質粘土敷き均し・転圧	必要 ※t=50cm 砂質粘土敷き均し・転圧	水面に木片等を浮かべて漏水箇所を把握し、必要に応じ補修する。	4,540 円/m ² (t=1.5mm)
iv) ベントナイトシート工法	5×10^{-9} cm/sec 以下。農業用ため池での実績あり。大寸法の製品はない(重量の制約)。使用条件の吟味、慎重な施工、施工ミスによるダメージを防ぐための設計上での配慮が重要。	地震動に対する追随性は非常に高い	必要 ※t=30cm 砂質粘土敷き均し・転圧	必要 ※t=50cm 砂質粘土敷き均し・転圧	水面に木片等を浮かべて漏水箇所を把握し、必要に応じ補修する。	4,400 円/m ² (t=6mm)
v) ソイルセメント工法	簡易水路等、経験的に幅広く用いられてきたが、漏水防止工としての実績は乏しい。大土工に適す。	地震動に対する追随性は低い。誘発目地による対策が必要	不要	不要	水面に木片等を浮かべて漏水箇所を把握し、必要に応じ補修する。	1,344 円/m ² (t=30cm×2層)
vi) 不透水性強化アースブランケット工法	ベントナイトシート工法の経済性・施工性を改善する。施工事例はないがベントナイト自身は止水材として幅広く使用されている。	アースブランケット、ベントナイトともに剛性は低く、地震動に対する追随性は高い。	不要	特に必要なし ※常に水面下に保つことが望ましい。	水面に木片等を浮かべて漏水箇所を把握し、必要に応じ補修する。	1,800 円/m ² (t=1cm×2層)

5-5-3 貯水池の安全管理

1) 堤体の安全管理

安全管理は、後背部への影響を考慮し、ダム No.1 およびダム No.2 に対し行う。管理の対象は、地震および圧密等による異常沈下／変形、異常漏水とする。

a. 異常沈下／変形

堤体堤頂部および斜面部に適当な間隔で変位計測標的を設置し、アバット部地山上に設置した固定点に対する相対変位を測定し異常を監視する。測定は定期的に行うとともに、地震時には、適宜、臨時点検を実施する。

b. 漏水

堤体からの漏水は、傾斜コアゾーンからの漏水がその背面のフィルターゾーンに集められる堤体の構造を利用し、フィルターゾーン下端に有孔管を敷設して集水したものを堤外に導いて測定することにより監視する。

2) 貯水池の漏水監視

貯水池池敷からの漏水が発生したか否かは、池敷の四方に設置したモニタリング井戸の水位変化によって常時監視する。また、貯水池池敷からの漏水が発生したと考えられる場合は、低水位時に湖面に浮かべたフローにより漏水箇所を把握し、必要に応じて落水後点検することによりチェックする。

3) 来訪者への安全対策

貯水池への一般道路からのアクセス、レクリエーション施設としての一般への開放／施設整備等を勘案し、一般来訪者の立ち入り制限および安全確保のために必要な施設を整備するものとする。

5-6 耐震設計基準への配慮

5-6-1 耐震設計手法・基準の確立

1) 地震加速度算定および安定計算方法

“2-6-2 貯水池耐震基準”で述べたとおり、現行の耐震基準に従って地震加速度を算定する場合、そのための解析（固有値解析）が別途必要となる。また、現行の耐震基準に従って算定された加速度を用いた安定計算は従来の安定計算方法よりも複雑なものとなる。PIU は貯水池安定計算ソフトウェアを有しているが、年代が古いものであるため、固有値解析や現行の耐震基準に従った安定計算が実施できない可能性が高い。これまでこのような課題が浮上していないのは、現行の耐震基準に従って設計された貯水池が未だにないためと推察される。（*Kaps、Vedi 両貯水池については、現行の耐震基準に沿った地震加速度の算定、安定計算は実施されていない。）

このような状況を勘案すると、設計に用いる地震加速度の算定方法および算定された地震加速度を用いた安定計算方法に関して、以下の 2 通りの対応が考えられる。なお、いずれを採用するにしても PIU 所有のソフトウェアの確認および関係機関との協議が必要となる。

i) 現行の耐震基準に従い地震加速度の算定、安定計算を行う

PIU が所有しているソフトウェアでは対応できず、新たなソフトウェアの開発が必要となる可能性が高い。

ii) 現行耐震基準を参考とし、現ソフトウェアで計算可能な地震加速度の簡易設定方法を検討する

地震加速度を設定するための別途解析（固有値解析）は不要となるが、「ア国」の貯水池設計基準を設定することとなるため、関係機関との調整に時間を要する。

なお、本邦においては、本邦基準に示されている地震加速度を用いて設計された貯水池では、兵庫県南部地震のような大きな地震の際にも決壊等の大きな被害は生じていない。このことを考慮し、上記のいずれかの対応を実施した場合でも、算定された地震加速度が本邦基準で設定されている値から大きく乖離している（過大である）と判断された場合は、必要に応じて本邦の基準と照らし合わせて、再度地震加速度の算定方法について協議する。

2) 安定計算における必要検討ケース

貯水池の安定計算は通常、複数の貯水位・地震動・求められる安全性（安全率）を設定し、それらを組み合わせた複数のケースで実施する。本邦では基準にて必要な検討ケースが規定されているが、「ア国」耐震基準には関連する記載は存在しない。また、Kaps、Vedi 両貯水池での検討ケースに統一性は見られない。現時点で「ア国」に必要な検討ケースに関する記載がないため、各事業で個別に設定しているものと判断される。本邦基準における検討ケース、Kaps および Vedi で実施されているケースをまとめたものは表 5-6.1 に示すとおりである。

Yeghvard 事業のみならず、構想中のものも含め 100 以上ある「ア国」の貯水池計画を考慮すると、検討ケースをその都度検討するのではなく、あらかじめ基準等にて必要な検討ケースについて確立しておく必要がある。

表 5-6.1 安定計算における検討ケース（水位条件と求められる安全性（安全率）の組み合わせ）

水位条件	本邦基準		Kaps		Vedi		
	常時	地震時	常時	地震時	常時	地震時	非常時
堤頂標高 (EWL)	-	-					1.0
設計洪水位 (DWL,MWL)	1.2	-	1.3	1.1	1.2		
常時満水位 (NWL,FSL)	-	1.2	1.5	1.1	1.2	1.2 ^{※2}	1.0 ^{※2}
中間水位	-	1.2					
空虚（完成直後）	-	1.2 ^{※1}	1.3	1.1			
水位急低下	-	1.2 ^{※1}	1.3	1.1	1.2		

※1：設定した地震加速度の50%

※2：施設供用期間に発生する可能性が高い地震（地震時）と、発生確率は低いと想定する最大の地震（非常時）の2種類の地震加速度を設定している。

5-6-2 Micro Seismic Zoning 調査の実施

現行の耐震基準には、以下に示す通り、貯水池のクラス毎に設計に用いる地震加速度（“2-6-2 貯水池耐震基準”で示した式中の A）の設定方法が示されている。

- ・クラス II、III、IV の詳細設計およびクラス I の F/S については、耐震基準で示されている図（図 2-6.1 参照）を用いて設定する。
- ・クラス I の詳細設計においては別途調査を実施して設定する。

クラス I 貯水池に求められる調査は Micro Seismic Zoning 調査と呼ばれ、地質調査の結果から貯水池サイトにおける地震加速度を算定するものである。調査の概要は以下に示すとおりである。

1) 第一段階

- ・貯水池計画地点の代表的地質区分の評価
- ・1:200,000 地形図を用いた、対象構造物に最も大きな影響を与えると考えられる地震動の発生源となると活断層の評価

※計画地点から活断層までの距離、発生する地震規模（マグニチュード）、貯水池計画地点の代表的地質区分に着目して評価する。例えば図 5-6.1 に示すように、発生する地震規模は小さいが計画地点に近い活断層 1、発生する地震規模は大きい計画地点から遠い活断層 2 のどちらを選定するかを評価する。

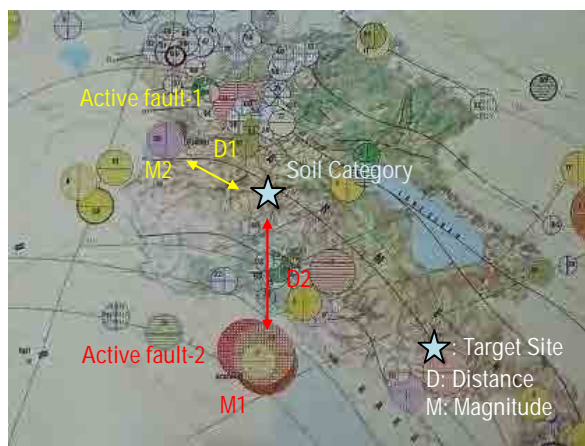


図 5-6.1 第一段階で着目するパラメータ概念図

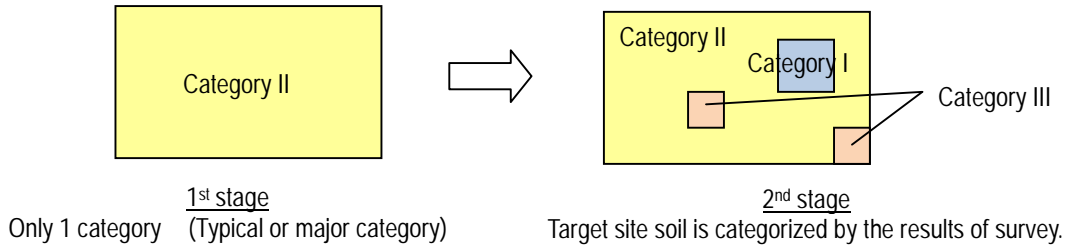
2) 第二段階

- ・1:1,000 – 2,000 地形図による、貯水池計画地点の詳細な地質構造の評価
- ・第一段階で選定された活断層において、対象構造物に最も大きな影響を与えると考えられる地震が発生した際の、各地質構造の応答評価
- ・設計に用いる地震加速度の設定

※地震時の各地質構造の応答を把握する方法としては、1)人工的な小規模震動を用いて、応答を観測する方法、2)実際の地震動を計画地点で観測する方法等がある。なお、方法は計画地点の地

質構造等を考慮して選定する。以下は 1)人工的な小規模地震動を用いて応答を観測する方法の例である。

i) 貯水池計画地点の地質構造評価



ii) 設計に用いる地震加速度の算定

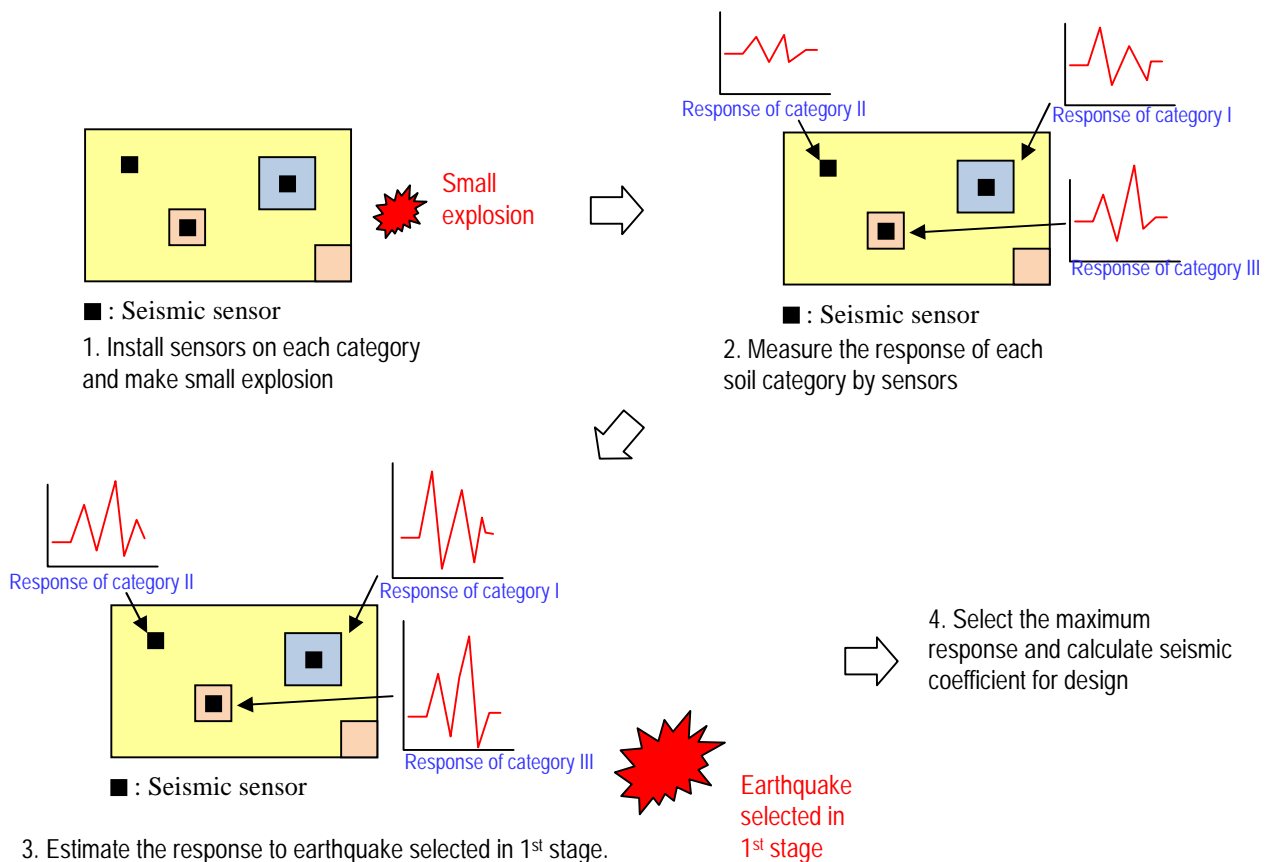


図 5-6.2 Micro Seismic Zoning 調査概要

このような調査結果は、当該プロジェクトの設計のみならず、その知見を蓄積することで、将来の設計に反映させることが重要である。一方、これまで実施されてきた Micro Seismic Zoning 調査は旧ソ連により実施されたものであり、その際に調査に従事した者は関連する協会 (Institute) や民間会社に勤務しており、PIU では Micro Seismic Zoning 調査の経験を有していない。

このような状況を勘案し、Yeghvard 貯水池はクラス III に分類されると考えられるため、Micro Seismic Zoning 調査は必須ではないが、「ア国」における知見の蓄積と将来事業の設計への反映への一助として、本プロジェクトにて Micro Seismic Zoning 調査を実施することが期待される。

5-7 概算事業費と事業便益（概略）

1) 事業費の概算

「ア国」政府が我が国の有償資金協力にかかる要請を行った時点で、基礎となった概算事業費は、表 5-7.1（上部）に示すとおり 129 百万ドル（約 135 億円）である（Appendix-F に事業費内訳を掲載）。同事業費に今回の調査で追加の必要性が判明した、N-11)Kasakh 取水堰の改修、ならびに N-12)支線（2次・3次）水路、末端施設の改善を加えた（図 5-7.1 参照）。更に N-14)物価上昇（2013 年）、N-16) コンサルタントフィー、N-18, 19)予備費等、を加えたものが同表（下部）であり、総額 193 百万ドル（約 200 億円）を示す。なお、N-11)および N-12)とも、灌漑施設関連整備費の小計を各々 50% 上乗せしたもので、本格 F/S 調査での詳細な検討が必要となる。コンサルタントフィー、予備費等は Kaps 事業の F/S レポートを参考にした。

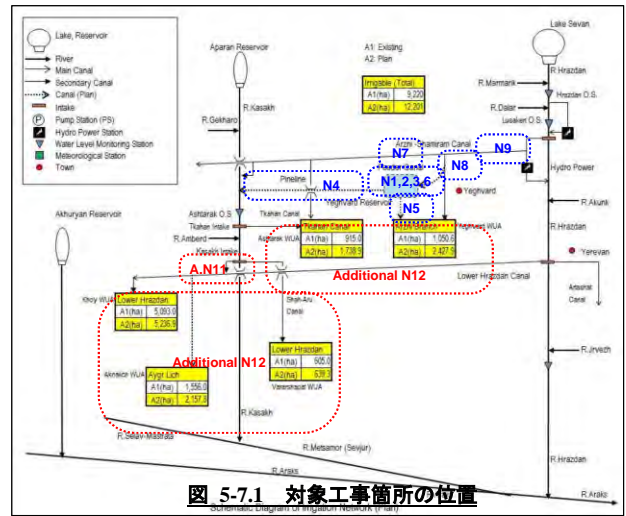


図 5-7.1 対象工事箇所的位置

表 5-7.1 事業費の概算

		本邦単価(USD/m2)			条件		
		ゴムまたはベントナイトシート	ソイルセメント	不透水性強化(ベントナイト混合)	ダム築堤	漏水面積	現地単価
		45	14	18	200%	6,000,000m2	80%
As of March 2013 (要請時の概算事業費)		1 USD=415AMD					
No.	工種	主要工事	Estimated construction cost				
			a)要請時 ベントナイトシート A=10,000,000 m2	b)ゴムまたはベント ナイトシート	c)ソイルセメント	d)ベントナイト混合 (不透水性強化)	
			'000 AMD	'000 USD	'000 USD	'000 USD	'000 USD
N1	貯水池池敷	Polyethylene sheet instllation; 10 million m2 (Appr. 3km x 3km) Clay-sand, alumina transferring, loading and laying; 7.5 million tons Gravel transferring, loading and laying; 5.4 million tons	32,201,555	77,594	216,000	67,200	86,400
N2	ダムNo.1築堤	Clay-sand, alumina demolition and transferring; 1.5 million tons Creating clay screen; 861 m3 Gravel transferring, loading and laying; 0.8 million tons	4,354,336	10,492	20,985	20,985	20,985
N3	ダムNo.2築堤	Clay-sand, alumina demolition and transferring; 1.2 million tons Creating clay screen; 672 m3 Gravel transferring, loading and laying; 0.8 million tons	3,887,198	9,367	18,733	18,733	18,733
N4	ダムNo.1取水施設および幹線水路 (Kasakh川へ)	Concrete work; 5,600 m3 Re-bar instllation; 336 tons Metal pipe (D=1.6m) instllation; 160m	575,971	1,388	1,388	1,388	1,388
N5	ダムNo.1取水施設および幹線水路 (Arzni Branch地区へ)	Concrete work; 2,000 m3 Re-bar instllation; 120 tons Metal pipe (D=1.4m) instllation; 148m	309,570	746	746	746	746
N6	貯水池北側の盛土	Removing and transferring humus (surface soil); 74,400 tons Grassing and watering; 76,000 m2	162,198	391	782	782	782
N7	Arzni-Shamiram水路から貯水池 への導水路-1	Removing and transferring humus (surface soil); 1.4 m3 Backfilling clay-sand by hand; 400 m3 GRP pipe D=0.6 m; 1,100 m3	46,875	113	113	113	113
N8	Arzni-Shamiram水路から貯水池 への導水路-2	Removing and transferring humus (surface soil); 74 m3 Backfilling clay-sand by hand; 20,000 m3 GRP pipe D=2.6 m; 3,700 m3	1,882,440	4,536	4,536	4,536	4,536
N9	Arzni-Shamiram水路改修	Detonation; 10,000 m3, Filling gravel, sand; 10,000 m3 Concrete work (including demolition canal, insallation); 15,000 m3 Re-bar installation; 450 tons	1,122,133	2,704	2,704	2,704	2,704
N10	Sub-total		44,542,276	107,331	265,987	117,187	136,387
	Value added Tax (20%)		8,908,455	21,466	53,197	23,437	27,277
	Total		53,450,731	128,797	319,184	140,624	163,664
Added Items (本調査の結果で追加した概算事業費)							
	Sub-total of N4,N5,N6,N7,N8,N9 (Canal dev)		4,099,187				
N11	Kasakh取水施設の改修	Tentative 50% of canal development??	2,049,593	4,939	4,939	4,939	4,939
N12	2次・3次水路、末端施設の改善	Tentative 50% of canal development??	2,049,593	4,939	4,939	4,939	4,939
N13	Sub-total (N10+N11+N12)		48,641,462	117,208	275,864	127,064	146,264
N14	物価上昇 (in 2013)	5%	2,432,073	5,860	13,793	6,353	7,313
N15	Sub-total (N13+N14)		51,073,535	123,069	289,657	133,417	153,577
N16	コンサルタントフィー (調査、DD、SV)	10%	5,107,354	12,307	28,966	13,342	15,358
N17	Sub-total (N15+N16)		56,180,889	135,376	318,623	146,759	168,935
N18	建設予備費 (Kaps)	15%	8,427,133	20,306	47,793	22,014	25,340
N19	価格予備費 (Kaps)	4%	2,247,236	5,415	12,745	5,870	6,757
N20	Total (N17+N18+N19)		66,855,258	161,097	379,162	174,643	201,033
N21	付加価値税 (20%)		13,371,052	32,219	75,832	34,929	40,207
	総事業費		80,226,310	193,316	454,994	209,572	241,239

出所：PIU, The JICA Study Team

2) 事業評価の試算

表 5-7.2 に示すとおり 上述の概算事業費に基づき、以下の前提条件で財務的内部収益率 (FIRR)、コスト収益比 (B/C)、正味現在価値 (NPV) を試算した。

- 1) 建設期間 5 年、施設の耐用年数を 30 年とする (6 年目から収益発生)。
- 2) 便益として、a) 既存 (9,220ha) および新規 (2,980ha) 灌漑地区の作物生産量増加に伴う農家収益、b) 事業対象地区内で生産される飼料作物増による家畜収益、c) 事業実施後ポンプ運転費の軽減 (過去最大消費年を採用) を計上した。

なお、上記 2)a) および 2)b) の作物生産量増加に伴う便益は、十分なデータで精査したものではなく、今後大きな誤差が発生することも想定され、以下の FIRR の値はあくまで暫定的なもので、F/S 調査の結果によっては、大きく変動する可能性が高い。

さらには、主要建設費の中で、貯水池池敷の遮水・防水にかかる工事費が約 7 割を占めていることから、当工事にかかる数量、工法の相違は総事業費と事業評価結果に大きな影響を与える。表 5-7.2 に遮水工法の相違による総事業費および FIRR を比較したものを示す。a) 「ア国」要請時をベースとした総事業費、b) ゴムシートまたはベントナイトシート (2 つの工事単価はほぼ同等)、c) ソイルセメント、d) 自然材にベントナイトを混合したものを示した。(Appendix-F に試算を掲載)。

「ア国」政府要請時の数量、工法では、池敷全面積 (10 百万 m²) にベントナイトシートの敷設 (工事単価: 約 7.8 USD/m²) を採用している。本調査では、1) 貯水池池敷 (貯水) 面積減 (10 百万 ⇒ 6 百万 m²) に対する提案を行っていること、また 2) 池敷の中でも難透水性の地盤が存在すること考えられ、工事費の低減も期待できる。一方で、要請時のベントナイトの工事単価 7.8 USD/m² が過少に評価されている可能性もあり、本格 F/S 調査の実施を待つこととなる。

表 5-7.2 収益率の試算

池敷遮水工法	Project Cost (M. USD)	Benefit ('000 USD)				FIRR	B/C
		Crop	Livestock	O/M reduction	Total		
a) 「ア国」要請時ベース	193	8,362	1,613	1,750	11,725	4.2%	0.45
b) ゴム/ベントナイトシート	455					-1.3%	0.20
c) ソイルセメント	210					3.6%	0.43
d) ベントナイト混合	241					2.6%	0.37

なお、今回の FIRR 算出は限られたデータの下、行われた試算であり、本格 F/S では経済的内部収益率 (EIRR) も含め評価する必要がある。また、現在の Yeghvard 地区は、灌漑用水量としてセヴァン湖に年間 50MCM 程度を依存しており、プロジェクト実施後はこの依存度を大幅に削減できることが期待されている。本指標の評価手法を慎重に検討することが肝要である。

付 属 資 料

Organization			Position	Name
JICA				
JICA			Armenian program coordinator	Ruzan Khojikyán
Armenian Government Office				
Ministry of Territorial and Administration	State Committee of Water Economy (SCWE)	Project Implementation Unit (PIU)	Chairman	Vahe Hakobyan
			Chairman (previous)	Andranik Andreasyan
			Deputy Chairman	Gagik Khachatryan
			Director	Felix Melikyan
			Director (previous)	Adibek Ghazaryan
			Deputy Director	Karen Grigoryan
			Engineer	Marzpet Tonoyan
			Engineer	Hamlet Harutyunyan
			Engineer	Khoren Tsarukyan
			Engineer	Varazdat Mkrtchyan
			Engineer-geologist	Ara Grigoryan
			Support Team Leader	Tigran Ishkhanyan
			Water-meter specialist	Zhora Tomrazyan
			Financial Management Specialist	Ara Hovhannisyán
			Economist	Vahan Movsisyan
			Lawyer	Gayane Karimyan
Environmental Specialist	Martiros Nalbandyan			
Sociologist	Marine Vardanyan			
Translator	Marieta Sahakyan			
Ministry of Foreign Affairs			Head of Division	Mnatsakan
			Deputy Head of Department	Artak Marutyán
Ministry of Finance			Head of Division	Larisa Harutyunyan
			Chief specialist	Stella Mkrtchyan
Ministry of Agriculture			Adviser to Minister of Agriculture	Razmik Eghiazaryan
			State Inspection of Agricultural Inspection	Vardan Ghushchyan
			Chief specialist	Abel Abrahamyan
			Foreign Relations Department	Andranik Petrosyan
			Department of Agricultural Development Programs (Statistics Information)	Hrachya Tspnetyan
			Department of Crop Production and Plant Protection	Gevorg Harutyunyan
			Coordinating Department for Scientific and Agricultural Assistance (Extension) Center	Zaqar Gabrielyan
Department of Land Use and Amelioration			Arthur Baghdasaryan	
			Samvel Sahakyan	
			Felix Egoryan	
Livestock Production and Veterinary Department			Baghdasar Kghmetsyan	
Ministry of Emergency Situations	National Survey for Seismic Protection Agency		Head	Hrachya Petrosyan
			Head of Network Observation and Information Analysis Department	Valeri Arzumanyan
			Deputy Head	Ashken Tovmasyan
			Earthquake Engineering Committee	Head
Foreign Relations Department			Nune Stepanyan	
Ministry of Nature Protection			Deputy Director of the Geological Fund	Ashot Sargsyan
Sevan-Hrazdan Water Supply Agency			Director	Hobanisyán Samvel
WUA and related agencies				
WUA	Armarvir		Director	Hovhannes Petrosyan
	Khoy		Director	Seyran Sargsyan

	Aknalich	Director	Simon Abgaryan
	Shamiran	Director	Aram Parsamyan
	Ashtarak	Director	Arsen Khachatryan
	Yeghvard	Director	Mihran Hovhannisyan
	Shirak	Director	Mamicon Ghazaryan
	Noyemberyan	Director	Sevak Yesayan
Carrefour Armenia		Merchandise Manager of Fruit and Vegetable	Majid Al Futtaim
Spayka		Head, Project Management Division	Karen Baghdasaryan
Institutions			
Armvod Project Institute CJSC		Director	Yuri Javadyan
		Deputy Chief Architect	Aleksey Tarverdyan
		Chief Engineer	Gagik Ghazaryan
		Project Chief Engineer	Sochakin V.
National Academy of Sciences of Armenia, Institute of Geological Sciences		Director	Arkadi Kharakhanyan
National Academy of Science of Armenia Institute of Geophysics and Engineering Seismology after A. Nazarov (IGES NAS RA)		Director	John Karapetyan
		Head of Seismic Hazard Assessment Laboratory	Styopa Karapetyan
		Chief Specialist	Tamara Babayan
		Assistant Director of International Issues	Arusyak Manasyan
		Counselor of Director, Head of Department	Sevada Hovhannisyan
Armhydroenergyproject Institute		Technical Director	Hasmik Palanjyan
Amelioration (Land reclamation) CJSC		Chief Engineer / Head of the Operation Division	Chobanyan Samvel
		Director	Vladimir Tadevosyan
Other Donors			
World Bank		Operation Officer, Sustainable Development Department	Arusyak Alaverdyan,
UNDP		Portfolio Analyst, Environmental Governance	Armen Martirosyan
Kaps Project	KfW	Local Representative	Zara Chatinyan
	CES Consulting Engineers Saltgitter GmbH (Germany Consultant)	Team Leader	Guenther Redmer
	AHT Group AG (Germany Consultant)	Senior Irrigation Engineer	Ed Platel
		Agriculture and Rural Development, Monitoring & Evaluation	Stefan Rosenow
		Senior Consultant for Agriculture and Rural Development	Michael Gluckert
Vedi Project	French Embassy	Consultant in the issues of cultural and cooperation	Jean-Michel Kasbarian
		Attache on the issues of European cooperation	Typhaine Rampillon
Private companies			
GEORISK		Director	Hektor Babayan
		Chief Researcher	Hayk Baghdasaryan
		Translator	Yelena Abgaryan
C-labo construction laboratory		Chief operating officer	Mihran Yamukyan

Memorandum of Discussions
on Data Collection Survey
on Agriculture and Irrigation Sectors
in relation to the Yeghvard Irrigation Project
in the republic of Armenia

Yerevan, June 19, 2014

Japan International Cooperation Agency (JICA) headquarters in Tokyo dispatched a consultant team headed by Kazumitsu TSUMURA for Data Collection Survey on Agriculture and Irrigation Sectors in relation to the Yeghvard Irrigation Project (hereinafter referred to as “the JICA Survey Team”) in accordance with following backgrounds;

1. Backgrounds of dispatching the Survey Team

- 1) After the official request for Official Development Assistance (ODA) loan was made by the Government of Armenia in June 2012, JICA had tried to gather information related to the Yeghvard Irrigation Project (hereinafter referred to as “the Project”) by sending the contact missions as well as sending questionnaire in order to formulate the Project..
- 2) Based on the information that JICA obtained through the above 1), JICA proposed two – phased studies; a) Pre-Feasibility Study (Concept Review) and b) Full-scaled F/S and the Government of Armenia agreed the above mentioned proposal.
- 3) Then, JICA has dispatched the JICA Survey Team as place of the above a) Pre-Feasibility Study this time.

2. Results of the Kick-off Meeting

The JICA Survey Team has explained contents of Inception Report (Ic/R) to officials of the Government of Armenia, listed in the attachment. Main items discussed and agreed by the Armenian officials during the explanation of Ic/R are described as follows;

- 1) The Armenian officials have understood the approaches and methodologies as well as the schedule of the Survey shown in the Ic/R.
- 2) Chairman of the State Water Committee (SWC) pointed out that Government of Armenia has been discussing regularly through committees among neighboring counties regarding water right of trans-boundary rivers.
- 3) Also, the Chairman mentioned that the SWC has been considering of water quality maintaining not influence downstream by sewage plants.
- 4) Given understandings that water resource of Lake Sevan is to be conserved, the Chairman mentioned that possibility of utilizing extra water in Lake Sevan should be discussed and concluded it during the Survey period.
- 5) Though various uses of surface water through Hrazdan River including purposes for agriculture, industry, drinking water and hydropower are indicated in Ic/R, the drinking water is depending on groundwater, according to the Chairman of SWC.
- 6) The Chairman of SWC has consulted to the Director of Project Implementation Unit

(PIU) to arrange an appropriate office space in the building of PIU.

- 7) As for the questionnaire the Chairman of SWC mentioned that specialists from several ministries are to be involved and planned to delegate the task to them by the order of the Vice Prime-Minister.

津村和光

Kazumitsu TSUMURA
Chief Consultants,
JICA Survey Team,
Sanyu Consultants Inc. (SCI)

List of Participants

Kickoff Meeting

Place: State Water Committee Date: 19 /June/ 2014

No	Name	Organization	Position	Cell phone	E-mail	Signature
1	Andranik Andreyan	State Water Committee	Chairman	091425445	scwe@scwe.am	signed
2	Gagik Khachatryan	State Water Committee	Deputy Chairman	091486769	scwe@scwe.am	signed
3	Adibek Ghazaryan	PIU of MoTA	Director	091420329		signed
4	Karen Grigoryan	PIU of MoTA	Deputy Director	077190703	kgrigoryan@wsdp.am	signed
5	Khoren Tsarukyan	PIU of MoTA	Hydrology specialist	094200410	tskhoren@yahoo.com	signed
6	Varazdat Mkrtchyan	PIU of MoTA	Engineer	077771983	vkit@bk.ru	signed
7	Mnatsakan	Ministry of Foreign Affairs of RA	Head of Division	077566692	m.safaryan@mfa.am	signed
8	Artak Marutyan	Ministry of Foreign Affairs of RA	Deputy Head of Department	094427210	artak.marutyan@mfa.am	signed
9	Larisa Harutyunyan	Ministry of Finance of RA	Head of Division	099214515	larisa.harutyunyan@minfin.am	signed
10	Stella Mkrtchyan	Ministry of Finance of RA	Chief specialist	093107350	stella.mkrtyan@minfin.am	signed
11	Abel Abrahamyan	Ministry of Agriculture of RA	Chief specialist	093350515		signed
12	Hiroaki ADACHI	JICA HQ	Assistant Director	-	Adachi.Hiroaki@jica.go.jp	signed
13	Ruzan Khojikyuan	JICA	Armenian program coordinator	077710760	jica.arm@gmail.com	signed
14	Kazumitsu TSUMURA	JICA Study Team	Team Leader	077969362	kaz-tsumura@sanvu-con.co.jp	signed
15	Harunobu YOSHINO	JICA Study Team	Agricultural Development Planning	077969364	yoshino@task-a.jp	signed
16	Fusataka ARAKAWA	JICA Study Team	Co-Team Leader	077969460	fusa-arakawa@sanvu-con.co.jp	signed
17	Anahit Manukyan	JICA Study Team	Interpreter	099015885	mananahit1981@yahoo.com	signed

NOTE: PIU (Projects Implementation Unit) , MoTA (Ministry of Territorial Administration)

Memorandum
of the Explanatory Discussion for Draft Final Report (DFR)
of the Data Collection Survey on Agriculture and Irrigation Sectors
in relation to the Yeghvard Irrigation Project
in the Republic of Armenia (RA)

Yerevan, November 4 and 5, 2014

Japan International Cooperation Agency (JICA) sent a mission headed by Tetsuya YAMADA, Director of Central Asia and the Caucasus Division, East and Central Asia and the Caucasus Department (hereinafter referred to as “the Mission”), incorporated with a consultant team headed by Kazumitsu TSUMURA (hereinafter referred to as “the Survey Team”) to Yerevan from November 2 through 6, 2014 for the purpose of explanatory discussion for a draft final report (DFR) of the Data Collection Survey on Agriculture and Irrigation Sectors in relation to the Yeghvard Irrigation Project (hereinafter referred to as “the Survey”) to the related agencies in the RA (hereinafter referred to as “the Armenian side”) in accordance with following backgrounds;

1. Backgrounds of dispatching the Mission and the Survey Team

- 1) After the request for Official Development Assistance (ODA) loan to the government of Japan was made by the Government of RA in June 2012, JICA had executed to gather information related to the Yeghvard Irrigation Project (hereinafter referred to as “the Project”) by sending the contact missions as well as sending questionnaire in order to formulate the Project.
- 2) Based on the information that JICA obtained through the above 1), JICA proposed two-phased studies; a) Pre-feasibility Study (Concept Review) and b) Full-scaled Feasibility Study (F/S), and the Government of RA agreed the above mentioned proposal.
- 3) Then, JICA dispatched the Survey Team as place of the above a) Pre-feasibility Study in June 2014.
- 4) The Survey Team conducted a field survey including of data/information collection and had a series of discussions with related agencies in the RA from June through August 2014, and analyzed the collected information prior to prepare the DFR in Japan during September to October 2014.

2. Summaries of the explanatory discussions for the DFR

The Mission and the Survey Team explained the contents of DFR to State Committee for Water System (SCWS), Ministry of Territorial Administration and the agencies concerned to the Survey on November 4, then the Survey Team explained to the Water Sector Projects Implementation Unit (PIU) on November 5, 2014. Participants are listed in the Attachment. Main discussions done during explanation of the DFR are summarized as bellow;

2-1. For SCWS and other related ministries held on November 4, 2014

- 1) The Armenian side in principle accepted the contents of DFR.
- 2) The Armenian side suggested that application of water saving-irrigation technique to the project should be examined during the full-scaled F/S as one of the important project assumptions in order to reach appropriate designed reservoir capacity.
- 3) The Survey Team indicated a tentative schedule and task of the full-scaled F/S from April in 2015 to February in 2016 in their presentation. The Mission added that the implementation of F/S should require the approval process of JICA board meeting and the Ministry of Foreign Affairs of Japan before starting the F/S.
- 4) The Mission requested the Armenian side to give comments on the DFR by the end of November. The Armenia side agreed it.
- 5) At the end, the Mission stated that procurement procedure of the consultants for the full-scaled F/S in the next step should be executed by JICA headquarter in Japan before the commencement of the F/S. The Armenian side understood it.

2-2. For PIU and Armvod Project Institute held on November 5, 2014

The Survey Team presented approx. 80 numbers of slides as place of summary of the DFR. The Armenian side in principle accepted the contents of DFR. Suggestions from the Armenian side and discussions are summarized below;

- 1) Since some figures such of planned irrigation area, project cost for Kaps and Vedi projects, indicated in the table for “comparison of the outline of 3 projects” are found slightly wrong, the PIU will correct them through the comment to be given by the end of November.
- 2) Concerning consumption volume 50MCM/year of the Lake Sevan to be expected saved after the Project implementation, PIU gave a consultation; while the rehabilitation works of “Vorotan→Arpa tunnel” has already been completed, water level of the Lake Sevan would be recovered till full level of its original capacity before year 2037.
- 3) Related to the above 2), an engineer from Armvod suggested following original shape of proposed reservoir, i.e. 228MCM of capacity without reducing area of reservoir basin. So that surplus water to be brought from the Lake Sevan would be retained in the proposed Yeghvard reservoir prior to the future preparation.

The Survey Team pointed out that the request from the government of RA as of 2012, of which reservoir capacity was 90MCM. And in consideration with issues on high permeability of geological condition at the reservoir basin, the F/S should be carried out and examined in the basis of 90-110MCM. And finally both PIU and the Survey Team agreed to confirm it by further discussion in the F/S.

- 4) Concerning one of the alternative; “Soil-cement coating method” for anti-filtration work to reservoir basin, the Survey Team asked to PIU availability of their experience for laboratory test of hexavalent chromium liqutation in the RA. The PIU answered it has not been available in the RA so far.

On the other hand, PIU recommended to utilize the Bentonite sheets for the coating method because a factory of it would be built in near future in the RA, which would expect being cheaper materials rather than others. Both Armenian and the Survey Team

sides confirmed this matter should be carefully considered during the F/S to make the Project feasible.

- 5) The PIU asked the Survey Team a possibility to combine two(2) tasks, namely; F/S and following detail design, taking into consideration their traceability.

The Survey Team replied that current JICA procurement system would not allow it, however, promised to convey this suggestion to JICA headquarters.

- 6) At section of “Environmental & Social Assessment Procedure”, PIU clarified the meaning of “undertaker” as consultants.

The Survey Team stated that it might not be accepted by JICA; the loan recipient country should have a responsibility on it with the assistance of consultants according to current JICA guideline. Also, the Survey Team suggested to the PIU discussing with JICA before starting the F/S.

津村和光
Kazumitsu TSUMURA
Chief Consultants,
JICA Survey Team,
Sanyu Consultants Inc. (SCI)

List of Participants (1/2)**1. For SCWS and other related ministries held on November 4, 2014****State Committee for Water System (SCWS), Ministry of Territorial Administration**

1.	Vahe Hakobyan	Chairman, SCWS
2.	Ashot Mardyan	Deputy Chairman, SCWS
3.	Mher Mkrtumyan	Head of Staff, SCWS
4.	Tigran Khachikyan	Head of Finance Department, SCWS
5.	Felix Melikyan	Director, PIU
6.	Karen Grigoryan	Deputy Director, PIU
7.	Khoren Tsarukyan	Engineer, PIU

Related Ministries

1.	Artur Baghdasaryan	Head of Department of Land Use and Reclamation, Ministry of Agriculture
2.	Susanna Iskandaryan	Senior Expert, International Cooperation Department, Ministry of Finance
3.	Artyom Khachatryan	Second Secretary, Ministry of Foreign Affairs

Japan International Cooperation Agency (JICA)

1.	Tetsuya Yamada	Director, JICA
2.	Hiroaki Adachi	Assistant Director, JICA
3.	Ruzan Khojikyuan	Program Coordinator, JICA Armenia Liaison Office

JICA Survey Team

1.	Kazumitsu Tsumura	Team Leader (Consultant)
2.	Fusataka Arakawa	Co-team Leader, Irrigation
3.	Harunobu Yoshino	Agronomist
4.	Haruo Hiki	Dam Engineer
5.	Tatevik Minasyan	Assistant / Interpreter
6.	Kristine Goroyan	Assistant / Interpreter
7.	Arevik Danielyan	Assistant / Interpreter

List of Participants (2/2)**2. For PIU and Armvod Project Institute held on November 5, 2014****Project Implementation Unit (PIU)**

1.	Karen Grigoryan	Vice Director
2.	Morzpet Tonoyan	Engineer
3.	Hamlet Harutyunyan	Engineer
4.	Edik Gndolyan	Engineer
5.	Marine Vardanyan	Sociologist
6.	Gayane Karimyan	Lawyer
7.	Martiros Nalbandyan	Environmental Specialist
8.	Suren Tovmasyan	Geodesist
9.	Tigran Ishxanayan	Director of WUA's Support Team
10.	Ara Hovhannissyan	Financial Management specialist
11.	Varazdat Mkrtchyan	Engineer
12.	Ara Grigoryan	Engineer
13.	Khoren Tsarukyan	Engineer

Armvod Project Institute (Hayjrpethnaxagits)

1.	Gagik Ghazaryan	Chief Engineer
2.	Tarverdian A.	Engineer

JICA Survey Team

1.	Kazumitsu Tsumura	Team Leader (Consultant)
2.	Fusataka Arakawa	Co-team Leader, Irrigation Engineer
3.	Harunobu Yoshino	Agronomist
4.	Haruo Hiki	Dam Engineer
5.	Tatevik Minasyan	Assistant / Interpreter
6.	Kristine Goroyan	Assistant / Interpreter
7.	Arevik Danielyan	Assistant / Interpreter

Համաշխարհային բանկ
ՀՀ տարածքային կառավարման
նախարարության
Ջրային տնտեսության պետական կոմիտեի
<<Ջրային տնտեսության ծրագրերի
իրականացման գրասենյակ>> պետական
հիմնարկ



World Bank,
State Committee of Water Economy under
the RA Ministry of Territorial Administration
“Water Sector Projects Implementation Unit”
State Institution

Հայաստանի Հանրապետություն,
ք.Երևան 0033, Բաղրամյան 75/44
75/44 Baghramyan, Yerevan, 0033 , Republic of Armenia

hkn./ Tel. 27-79-43

-Ֆաքս/ Fax 26-60-58

Էլ. փոստ / E-mail: fmeliqyan@wsdp.am

JICA Armenia Liaison Office

Dear Khojikyan Ruzan

First of all, we would like to express our gratitude to Japan International Cooperation Agency (JICA) for cooperation and implementation of Pre-feasibility Study of Yeghvard Irrigation Project, as well we want to thank Sanyu Consultant team for carrying out such a large amount of work on detailed Feasibility Study and Analysis. We hope to go on cooperating with the Consultant Team in further phases of the project.

The Draft Final Report of the Data Collection Survey on Agriculture and Irrigation Sectors in related to Yeghvard Irrigation Project in the Republic of Armenia was presented on November 2-6 2014 in Armenia by the head of State Committee for Water System (SCWS) President Vahe Hakobyan and by Tetsuya YAMADA, Director of Central Asia and the Caucasus Division, East and Central Asia and the Caucasus Department

The Consultant Team headed by Kazumitsu TSUMURA *presented the* Draft Final Report of The Data Collection Survey on Agriculture and Irrigation Sectors in related to Yeghvard Irrigation Project in the Republic Of Armenia.

Parties came to an agreement, that the Armenian side will give comments on DFR by the end of November.

On the whole we approve the highlighted problems for the project implementation and its solution methodology, and simultaneously we propose:

1. In the section “Project Costs and Financial Analysis” a table for comparison of Vedi and Kaps project was presented there were some inaccuracies. PIU reviewed those data to the final results. The data is presented in the tabel below.

Project	Dam /Reservoir			Agriculture		Irrigation		Cost Million
	Dam height (m)	Volume (MCM)	Reservoir surface area (000m ²)	Planned main crop (Major→Minor)	Planned water demand (MCM/y) (Saving irrigation %)	Existing pumped area	Planned irrigation area (ha)	
Kaps (KfW)	55m	25MCM	Approx 1,300	1)Wheat 2)Barley 3)Potato 4)Maize 5)Vegetable	Approx. 25MCM (Saving Irrigation: S.I.100%)	2,148ha	19,240ha	60M.EURO + 22.5 M.EURO
Vedi (AFD)	72.5	29MCM	Approx. 1,400	1)Vegetable 2)Fruit, 3)Grape, 4)Wheat, 5)Fodder	32MCM (S.I.50%)	2,440	2,820ha	90 M.EURO
Yeghvard	30-35m	90-110 MCM	Approx. 8,400	1)Wheat, 2)Vegetable 3)Grape, 4)Fruit, 5)Fodder	148MCM (S.I. 0%)	9,200	12,200ha	

2. Taking into consideration the filtration losses from the reservoir basin, the Consultant Team suggests to reduce the area of the reservoir basin from 840 ha to 600 ha by building new dams. This issue will be discussed with the Consultant team in further phases of the project.
3. Yeghvard reservoir preliminary version of the volume of 90 million m³, but the hydraulic calculations results made by the consultant team show that it is possible to increase the volume of the reservoir up to 110 million m³. As a result it is possible to accumulate a surplus of 20 million m³ of water per year. PIU approves this option. This issue will also be discussed in further stages of the project.
4. To reduce Reservoir filtration flow, the Consultant Team proposed to conduct anti-filtration activities using 6 different sorts of material. PIU suggests to use Bentonite sheets for the coating method because in near future a factory of Bentonite would be built in the RA, which means that it will be cheaper material rather than the others. This issue will also be discussed in further stages of the project.

5. What regards the Environmental and Social Impact Assessment (ESIA) process, the PIU wishes to acknowledge that this issue was discussed during the previous meetings as well. Earlier the Consultant insisted that ESIA report for the project should be developed by PIU. However, the PIU environmentalist objected on the grounds that preparation of ESIA requires involvement of a firm with specialized experienced staff. As a state institution, the PIU should ensure elaboration of the ESIA (of course, if the PIU will be assigned with such task) instead of preparation. We want to re-affirm this point once again.

What regards the initiator of such activities, the sub-clause 17, clause 1, Article 4 of the Law of the RA on “ESIA and Expert Examination” defines the notion “Initiator” according to which “Initiator” means any state or local authority, any legal or physical entity, which develops the fundamental document subject to expert examination, orders, accepts such document or executes it.

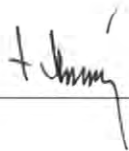
Based on this formulation, the PIU thinks that ESIA for the Project may be developed by the Consultant or through the future loan funds. In latter case the PIU will assign ESIA preparation to a local or international experienced firm.

What regards the submission of ESIA report for expert examination, it should be noted that the entire design shall be submitted to expert examination, part of which is the ESIA, instead separate expert examination of the ESIA report only. Therefore it would be logic if the author of the design be also initiator of the expert examination, i.e. the consultant (even if ESIA is developed by another firm).

It's also important to consider international and RA norms and standards for the design, construction, operation and maintenance of the reservoir in the F/S phase.

All the issues related to Yeghvard Irrigation Project will be thoroughly studied and discussed in the F/S.

Sincerely yours,



Felix Meliqyan

Acting director,

Water Sector Projects Implementation Unit

The Republic of Armenia (RA)
State Committee of Water Economy

Data Collection Survey
on
Agriculture and Irrigation Sector
(for the Yeghvard Irrigation Project)

Draft Final Report (DFR)

November 04, 2014

Japan International Cooperation Agency (JICA)



Sanyu Consultants Inc. (SCI)

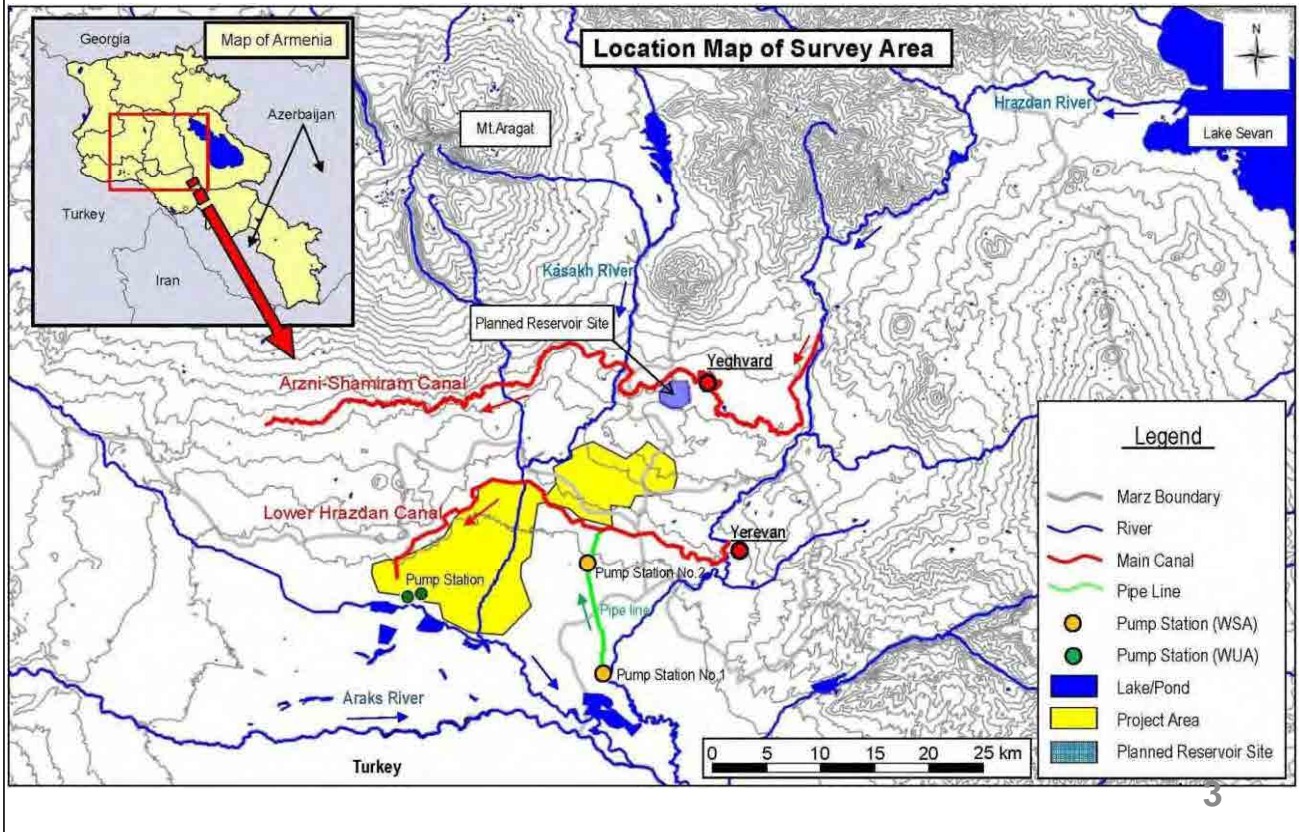
1

Contents

- 1. Objectives of the survey,**
- 2. National development policies related to water resources/irrigation and agriculture sector in RA,**
- 3. Water utilization of the Lake Sevan,**
- 4. Main findings on agricultural status in RA,**
- 5. Main findings on agricultural status in Yeghvard,**
- 6. Irrigation planning of the Yeghvard Reservoir,**
- 7. Measures of reservoir basin,**
- 8. Project costs and financial analysis,**
- 9. Some conditions to make a decision for the implementation of Yeghvard Irrigation Project**

2

The Survey Area



1. Background and objectives (1/2)

1. The government of Japan has responded to the request of Armenia for the Japanese ODA loan and dispatched the JICA contact mission in relation with the Yeghvard Irrigation Project in February 2014.
2. Through the investigations in Armenia, it was found that the construction of reservoir which had been designed with a capacity 228 MCM at the time of USSR was started at early 1980s and suspended in 1985 due to a financial deficit, and after such history of construction the capacity was reduced to 90 MCM from 228 MCM in 1999.

1. Background and objectives (2/2)

3. Based on a series of discussions with Armenian officials, JICA has judged to study/examine the possibility of the re-use of embankments, geological /hydrogeological conditions, hydrological information, farming status, target irrigation area in Yeghvard and the designed capacity of the reservoir and so on.
4. In this survey, collection of data/information on the current state of the agriculture and irrigation sectors in RA related to the Yeghvard Irrigation Development Project was carried out in order to examine the possibility of a Japanese ODA Loan.

5

2. National development policies related to Water resources / Irrigation and Agriculture sectors in RA (1/3)

2-1. Armenia Development Strategy (ADS) for 2014 – 2025;

1. To invest 0.3% of the GDP for irrigation development,
2. To extend irrigated land areas and improve irrigation efficiency of existing irrigated lands,
3. To improve collecting irrigation tariff by financial support of WUAs and
4. To strengthen already formed participatory management and so on.

6

2. National development policies related to Water resources / Irrigation and Agriculture sectors in RA (2/3)

2-3. Sustainable Agricultural Development Strategy (SADS) for 2010 – 2020;

<Main goals>

- 1) To promote industrialization of agriculture (value-addition)
- 2) To increase the food security level, and
- 3) To shape favorable conditions for promoting export-oriented products.

<Related to agricultural infrastructure>

- 1) To improve the irrigation system,
- 2) To enhance the operation and maintenance (O&M),
- 3) To establish the Water Users Associations (WUAs) / enhance existing WUAs, and
- 4) To change irrigation system to gravity from pump. ⁷

3. Water utilization of the Lake Sevan (1/4)

National Water Policy (2005) has placed “the water resources conservation” for the top-most priority, then the following priorities are;

1. Tradition/custom, 2. International laws,
3. What is essential for the nation,
4. Agriculture (irrigation / livestock),
5. Energy, 6. Industry, 7. Recreation, and
8. Measures during drought periods.

National Water Program (2006) has listed the followings;

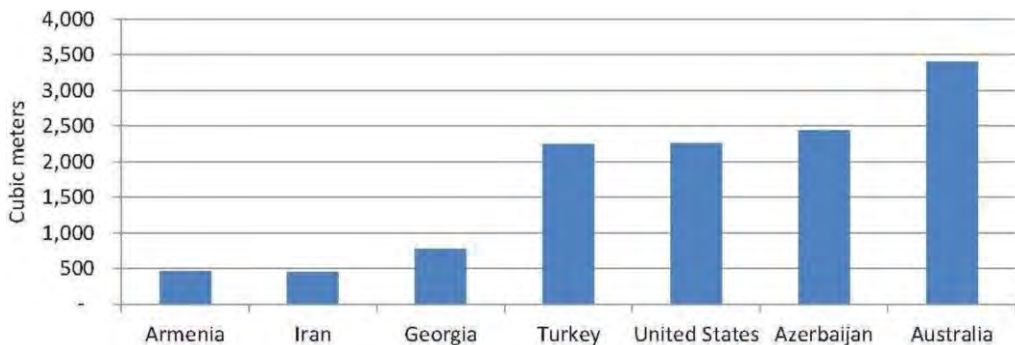
1. Promoting a subsidized assistance policy for the WUA,
2. Shifting irrigation system from pump to gravity (saving O/M cost),
3. consolidating irrigation infrastructure and introducing modern irrigation techniques,
4. Improving O/M efficiency by means of rehabilitating irrigation system,
5. initiating participatory water management by the WUA, and
6. Expanding the irrigated farmland area.

3. Water utilization of the Lake Sevan (2/4)

3-2. Water resources

- 1) Medium and small scaled reservoirs have been constructed during Soviet time.
- 2) New reservoir such as Marmarik was constructed in 2012.
- 3) Planning of constructing reservoirs are still on-going.

However, the storage capacity of reservoirs storage facilities per capita in Armenia is smaller.



9

3. Water utilization of the Lake Sevan (3/4)

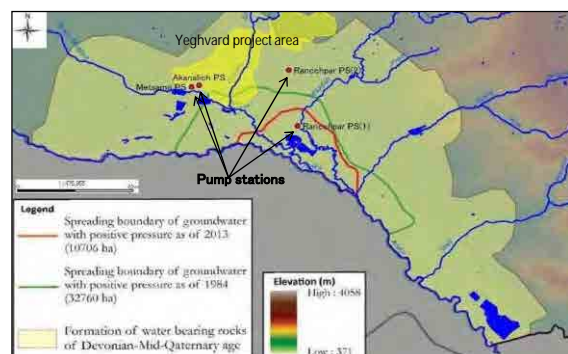
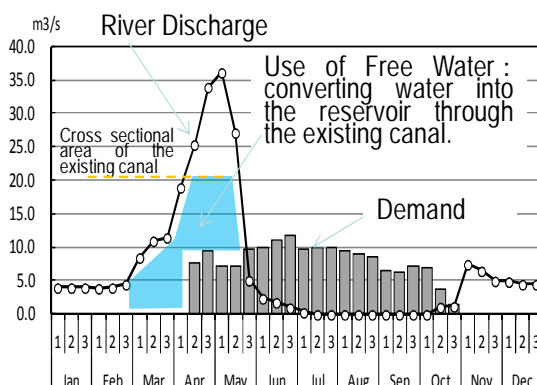
3-3. Irrigation policies

(1) Policy away from Energy Intensive Agriculture

Converting irrigation methods from pump-dependent to gravity based irrigation.

(2) Countermeasures for groundwater level's draw down

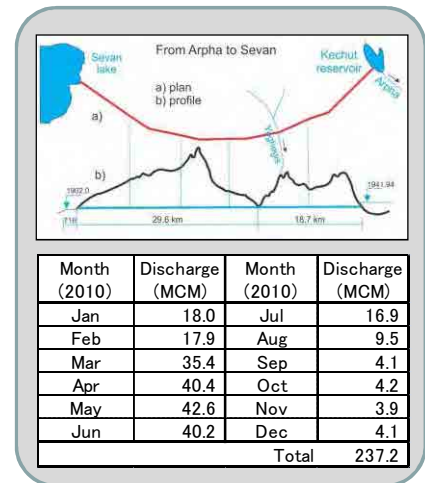
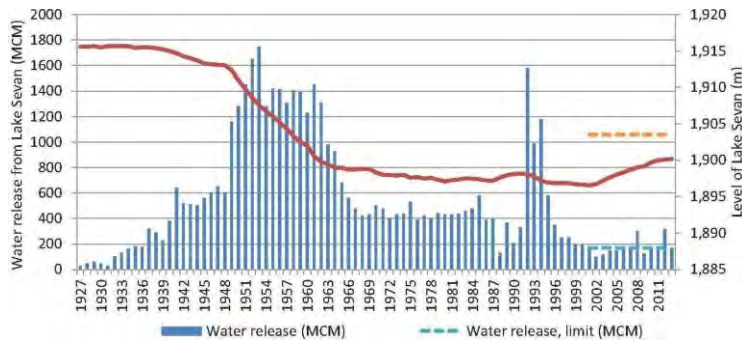
Shift from dependence on groundwater to effective use of surface water for irrigation.



3. Water utilization of the Lake Sevan (4/4)

3-4. Water resource use in Lake Sevan

- 1) The largest water storage capacity in the country,
- 2) The tunnels as conservation measures of Lake Sevan,
- 3) The upper limit of annual releasing water (170MCM),
- 4) Consideration of watershed management cooperate with river basin.



Increase the withdrawal from Lake Sevan in 2014
 170MCM (Base value) ==> up to 240 MCM (January)
 ==> up to 270 MCM (August) by government of RA.

4. Main findings on agricultural status in RA (1/4)

4-1. From SADS

	Year	2007	2020	±%	2007	2020	±%
Cereals		176.2	190.0	107.8	452.5	665.0	147.0
Potatoes		31.6	30.0	94.9	583.9	750.0	128.4
Vegetables/Melons		31.5	31.0	98.4	1,051.6	1,357.5	129.1
Forage crops		65.0	155.0	238.5	-	-	-
Industrial crops		1.6	15.0	937.6	-	-	-
Fruits/Grapes		53.9	86.2	159.9	479.1	1,037.5	216.6

	Year	2007	2020	±%	2007	2020	±%
Cattle (beef)		629.1	667.0	106.0	78.6	97.0	123.4
Cows(milk)		310.6	328.5	105.8	598.9	850.5	142.0
Pigs (Pork)		86.7	210.0	242.2	20.4	24.0	117.6
Sheep & Goats (Mutton)		637.1	1,550.0	243.3	15.5	46.5	300.0
Sheep & Goats (Milk)		-	-	-	42.3	123.7	292.4
Sheep & Goats (Wool)		-	-	-	1,277.0	3,560.0	278.8
Poultry (Meat)		4,018.2	8,000.0	199.1	7.8	16.0	205.1
Poultry (Egg)		-	-	-	545.4	750.0	137.5
					Mil. Pcs	Mil. pcs	

4. Main findings on agricultural status in RA (2/4)

4-2. Food Security

1. Per capita calorie supply in recent years: about 2,800 kcal/day (sufficient amount of food is supplied at a national level)
2. The supply from vegetable products: decreasing since 2006
3. The supply from animal products: increasing gradually

<Self-sufficiency (%) of major Foods>

Food	2010	2011	2012	Food	2010	2011	2012
Wheat	33.5	36.5	32.9	Sugar	24.6	43.9	93.1
Maize	20.8	26.5	32.6	Eggs	99.2	94.1	99.5
Potato	100.2	98.2	99.0	Milk	87.0	82.9	83.1
Vegetables	98.3	98.2	99.3	Beef	85.1	78.4	81.6
Fruits	79.8	90.0	96.1	Pork	41.1	43.3	38.3
Grapes	101.1	101.4	102.6	Mutton/lamb	100.0	100.0	100.0
Legumes	41.7	47.3	56.0	Chicken meat	12.4	12.4	12.4
Vegetable oil	4.1	2.8	9.1	<i>(Source: The Ministry of Agriculture, RA)</i>			

4. Main findings on agricultural status in RA (3/4)

4-3. Foreign Trade of Agricultural Products (1/2)

<Imports & Exports>

1. Many foods are imported every year (see the table in previous page), beside there are very limited amount of exported agricultural products
2. Wheat, a major staple food, and maize are major imported products
3. While sugar was the second largest imported commodity, the self-sufficiency rate has been increased at more than 90% in 2012
4. Meats, except for mutton & lamb, are also considerable imported commodities. Among meats, poultry meat is the most imported
5. Fruits including wine and brandy are the most exported products, however a substantial amount of tropical & sub-tropical fruits are imported
6. Vegetables are also important exported products. As same as fruits, a substantial amount of vegetables also imported mainly in winter season.

4. Main findings on agricultural status in RA (4/4)

4-3. Foreign Trade of Agricultural Products (2/2)

<Competitiveness of the Armenian Products> (fresh and processed)

1. Fruits and some vegetables still have a competitiveness in Russia and CIS countries, through there are several strong competitors
2. There are a number of challenges to tackle strict regulations, food hygiene standards, stable supply of diverse products, etc. to enter the EU market.

15

5. Main findings on agricultural status in Yeghvard (1/5)

5-1. WUAs

WUA	Communities	WUA Members	Farm-land (ha)	Irrigated 2013 (ha)	Irrigated (%)	Ave. Irrigated Land (ha)
Yeghvard	3	1,194	2,428	1,050.4	43.3	0.88
Ashtarak	4	1,716	1,739	916.0	52.7	0.53
Vagarshapat	3	878	639	605.0	94.7	0.69
Khoy	13	5,378	5,236	5,093.0	93.7	0.95
Akmalich	4	2,013	2,158	1,556.0	72.1	0.77
Total	27	11,179	12,200	9,220.4	75.6	0.82

Source: PIU, the State Committee for Water System

16

5. Main findings on agricultural status in Yeghvard (2/5)

5-2. Farmers' problems (Output of WUA workshops)

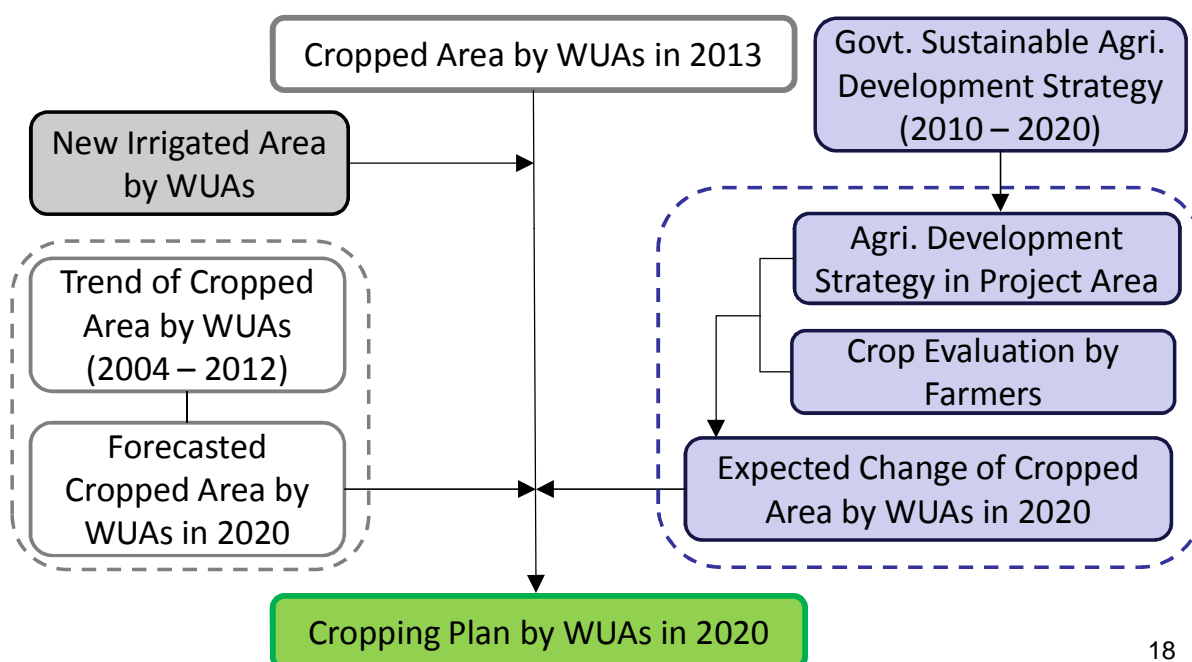
1. Lack of technical consultancy services & Govt. support
2. High production costs
3. Low quality of agri. inputs
4. Degradation of soil fertility
5. Lack of farm machinery
- 6. Lack of irrigation water and degradation of water quality**
7. Lack of accessible Agri. Credit
8. Natural disaster
- 9. Marketing (low price, no good buyers & poor road condition)**

17

5. Main findings on agricultural status in Yeghvard (3/5)

5-3. Agricultural Development Plan (1/2)

<Planning Procedure>



18

5. Main findings on agricultural status in Yeghvard (4/5)

5-3. Agricultural Development Plan (2/2)

< Cropping Plan by WUAs in 2020 (Suggested*)

WUA	Cropped Area by Crops (ha)						Total
	Wheat	Vegetables	Grape	Orchard	Perennial grass	Others**	
1 Yeghvard	500	100	250	650	480	448	2,428
2 Ashtarak	140	80	550	300	210	459	1,739
3 Vagarshapat	295	165	40	55	25	59	639
4 Khoy	1,300	1,200	850	550	350	986	5,236
5 Aknalich	500	700	120	25	275	538	2,158
Total (%)	2,735 (22.4)	2,245 (18.4)	1,810 (14.8)	1,580 (13.0)	1,340 (11.0)	2,490 (20.4)	12,200 (100)

Note: * Farmers have a free hand to choose crops in accordance with farming conditions
 ** Potato, barley, maize, etc.

5. Main findings on agricultural status in Yeghvard (5/5)

5-4. Export Promotion Strategy

1. Target markets = to diversify the markets

- Short-term: Russia & other CIS countries (keep and expand the present markets)
- Mid/Long-term: EU countries (develop new markets)
 → **Need to produce hygiene (safety & security) products**

2. Target crops/products

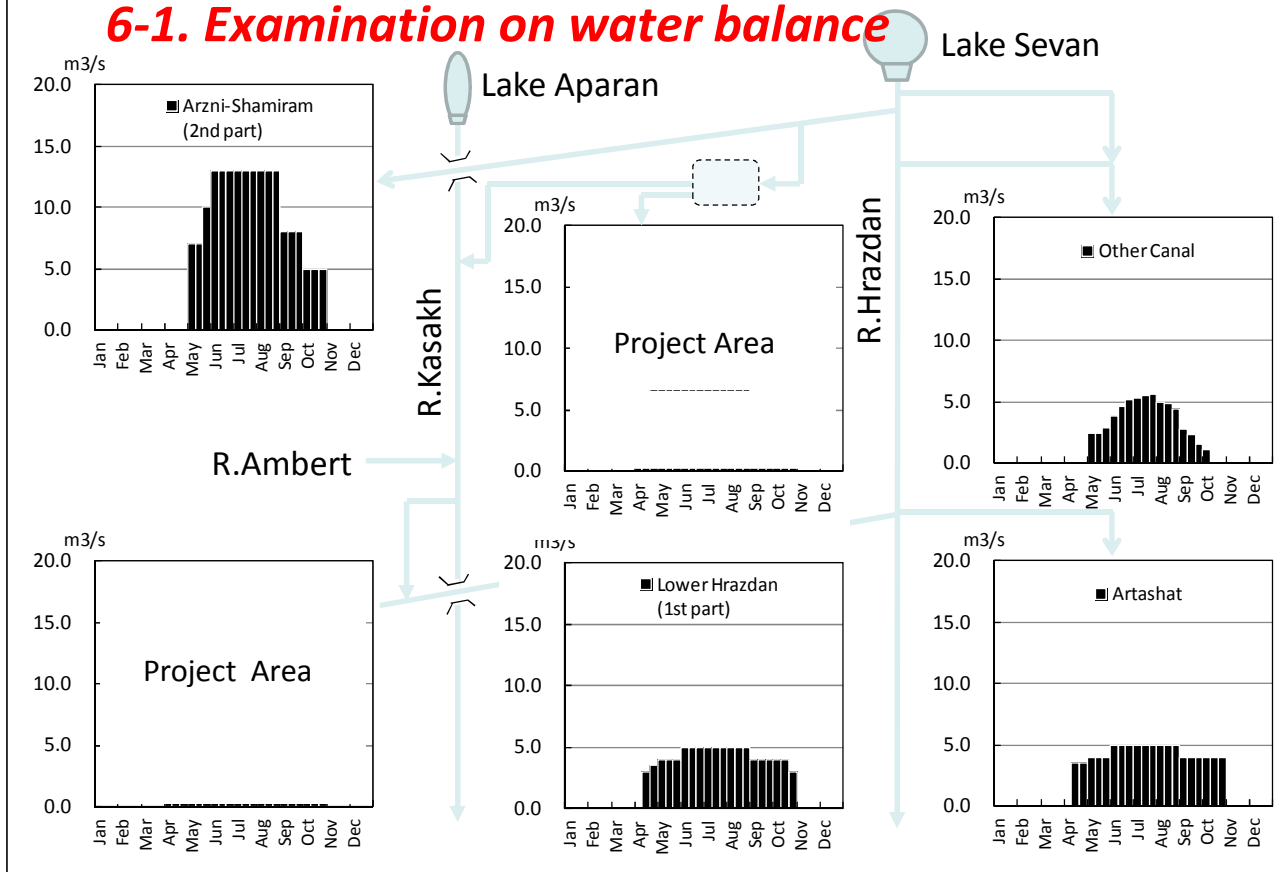
- Vegetables (Short-term)
- Fruits & Grape, including brandy & wine (Short-term)
- Flowers & Ornament plants (Mid/Long-term)
- Sheep (Live animals to Iran)
- Meat (Mid/Long-term)
 → **Need to fulfill domestic demand for the short-term**

3. Agri-business development

- Cold chain system (transportation & storage)
- Hygiene-oriented marketing & processing (Mid/Long-term)
 → **Need to develop hygiene control system for domestic market for the short-term**

6. Irrigation planning of Yeghvard reservoir (1/5)

6-1. Examination on water balance



6. Irrigation planning of Yeghvard reservoir (2/5)

6-2. Pre-conditions and Irrigation norm

Irrigation Area (except Project Area)	Demand *) (precondition)
Arzni-shamiram (2 nd part)	159.1 MCM
Lower Hrazdan (1 st part)	76.2 MCM
Artashat	77.6 MCM
Other canal	52.6 MCM
Total	365.5 MCM

*) Conveyance loss is included (Demand data was provided from PIU.)

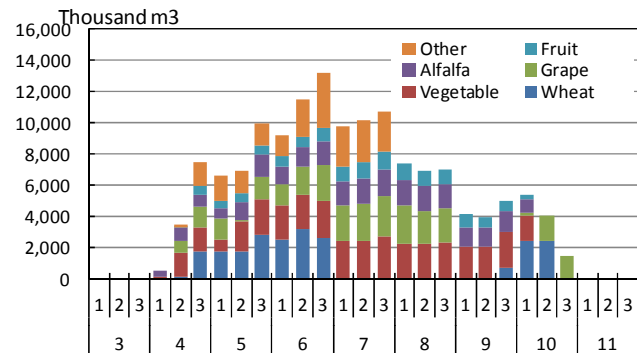
Crop	Water Volume	Irrigation Times	Total (m ³ /ha)
Wheat	950	4	3,800
Vegetables	650	13	8,450
Grape	900	8	7,200
Alfalfa	900	9	8,100
Orchard (Fruit)	500	8	4,000
Maize (other)	800	5	4,000

Note: Demand is calculated refer to " Armavir Marz, heavy sand type, The norms and regime of the irrigation of agricultural crops for irrigated areas in Armenia".

6. Irrigation planning of Yeghvard reservoir (3/5)

6-3. Water demand and other Pre-condition

Crop	Area (ha)
Wheat	2,735
Vegetables	2,245
Grape	1,810
Alfalfa	1,340
Orchard (Fruit)	1,580
Other	2,490
Total	12,200



Demand = 145.0 MCM

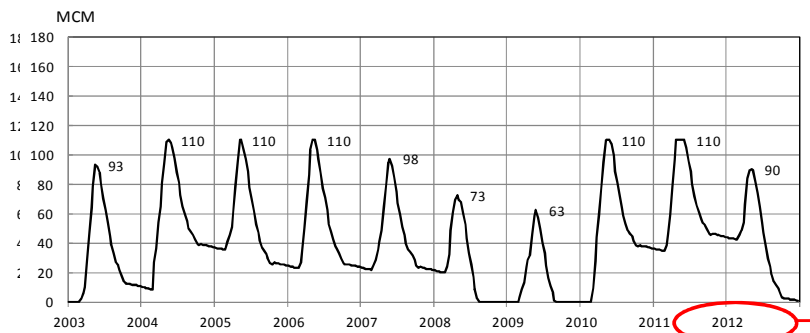
Note: Demand is calculated refer to " Armavir Marz, heavy sand type, The norms and regime of the irrigation of agricultural crops for irrigated areas in Armenia".

Canal	Conveyance Efficiency	Item	Description
Main Canal	72 %	Evaporation ¹⁾	0.36 MCM/month
After Secondary Canal	65 %	Infiltration ²⁾	0.61MCM/month
Total	46.8 %		

1) Yeghvard observation point (Average value)
2) Highest value refer from F/S Report's calculation (Armvodproject)

6. Irrigation planning of Yeghvard reservoir (4/5)

6-4. Water balance calculation

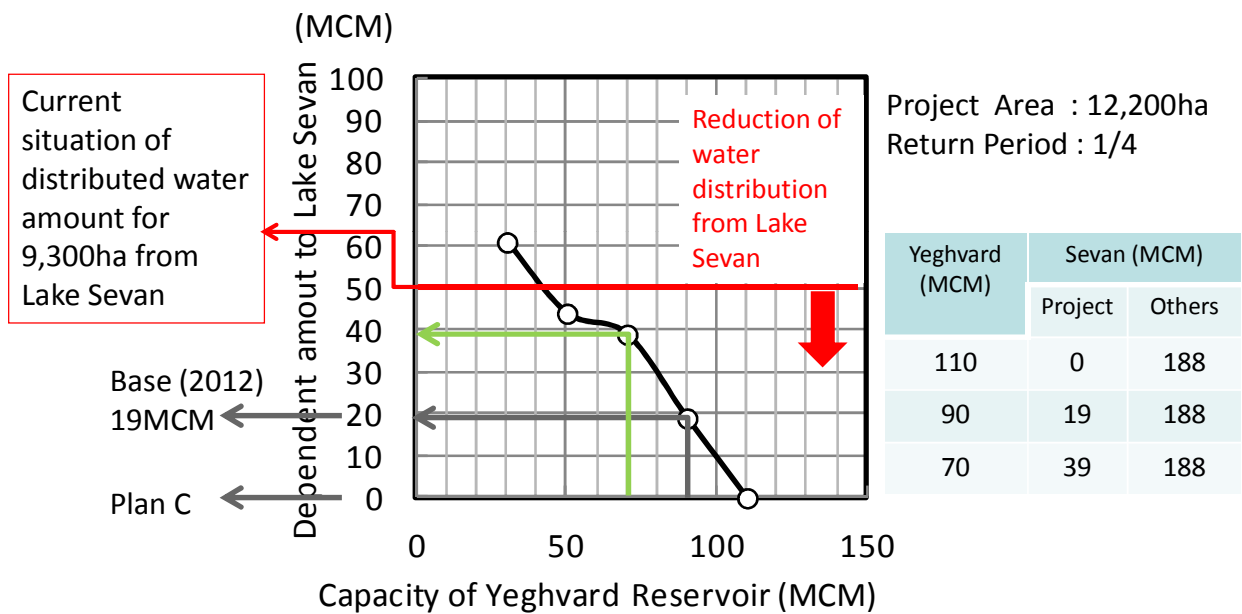


< 2012 >
R.P. = 4year
(75% Probability)

Plan	Demand (MCM)	Yeghvard (MCM)	Lake Sevan (MCM)		Hrazdan River (MCM)	Countermeas- ure to Deficiency of project area	Conveyance Efficiency (%)
			Others	Project			
Base (2012)	145.0	90	188	19	196	Lake Sevan	46.8 %
A	145.0	90	188	0	196	Rancchabar P/S	46.8 %
B	145.0	110	188	0	196	Increment of Reservoir	46.8 %
C	133.1	90	188	0	196	Rehabil. of Canal System	51.0 %

6. Irrigation planning of Yeghvard reservoir (5/5)

6-5. Relationship between capacity of Yeghvard Reservoir and distributed water from Lake Sevan



25

7. Measures to reservoir basin (1/7)

7-1. Previous geological investigation (at Soviet time)



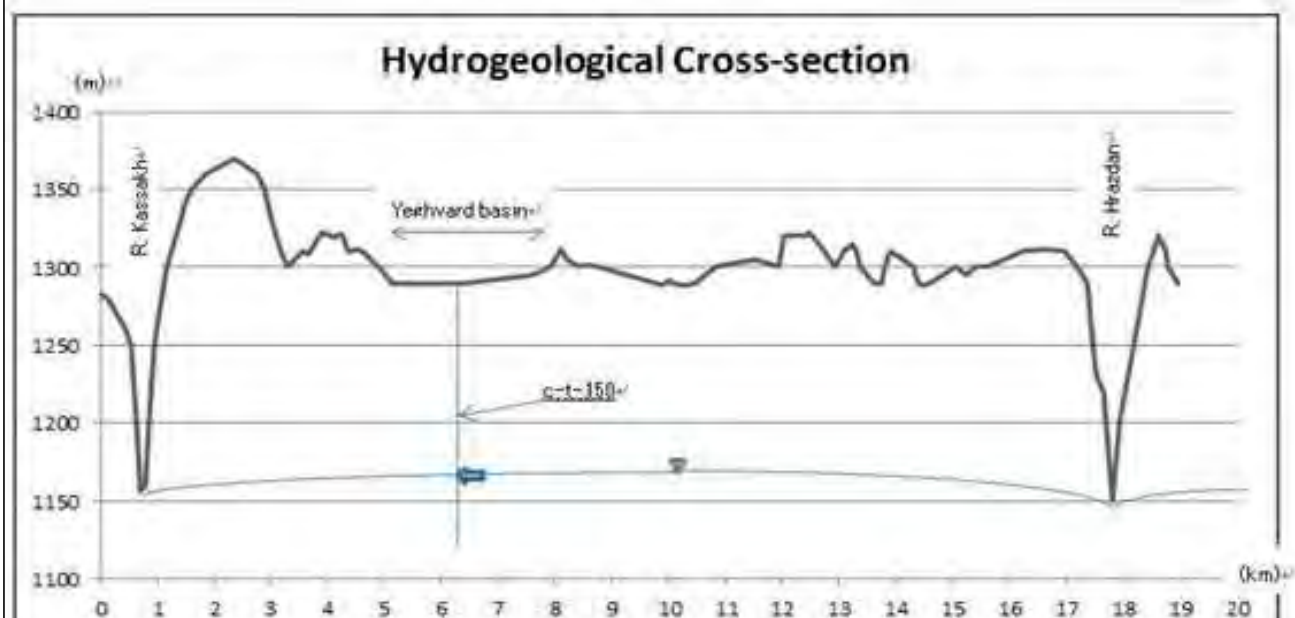
7. Measures to reservoir basin (1/7)

7-1. Previous geological investigation (at Soviet time)

- 1) The first geological investigation on the Yeghvard basin under a concept of Yeghvard reservoir plan was carried out in 1931.
- 2) In 1979, a systematic geological investigation for F/S on Yeghvard Reservoir was conducted, and
- 3) From 1983 to 1984 another systematic geological and geophysical investigation were conducted for Detail Design Study (D/D) on the reservoir plan.
- 4) During these study periods, huge amount of geological investigation, geophysical prospecting, and soil laboratory tests were carried out.
- 5) The figure shows geological map of the reservoir area, and locations of geological and geophysical investigation work in the D/D period
- 6) Red circles are core-boring points, blue square points are test-pits, and straight lines are geophysical prospecting lines.

27

7-2. Hydro-geological condition of Yeghvard area (2/7)



7. Measures of reservoir basin (2/7)

7-2. Hydro-geological condition of Yeghvard area (1/2)

- 1) Topographically, the Yeghvard basin is located in typical “interfluve zone”, being cut its EW sides by the Kasakh and the Hrazdan rivers.
- 2) The hydro-geological condition of the Yeghvard basin is quite simple; composed of the Miocene sediments as an “impervious basement”, and volcanogenic formations and unconsolidated sediments from Pliocene to Resent as a “pervious over cover”.
- 3) In the Yeghvard basin, there is no permanent river flow and no perennial pond, and it means rain water supplied in the reservoir area is immediately infiltrated into the ground. Depth of the impervious basement is more than 210m depth from the ground surface, suggesting that it is very difficult to form a groundwater aquifer in this area.

29

7. Measures of reservoir basin (2/7)

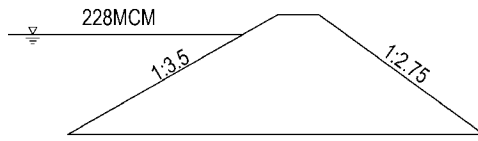
7-2. Hydro-geological condition of Yeghvard area (2/2)

- 4) Throughout the Russian geological survey in the damsite, only two borehole detected groundwater table at the depths of 91.5 and 120.5m. The nearest permanent river flow is the Kasakh river flowing about 5.2km west of the dam site forming a deep canyon, and the next is the Hrazdan river flowing SW direction around 12km east, also forming a great canyon.
- 5) Water level of the Kasakh is 1,156m and the Hrazdan’s one is around 1,150m, then, the groundwater levels found in the reservoir area are 1,199 and 1,169m, as shown in the figure.
- 6) Groundwater table shall be very flat, and it means the permeability of the formations consisting the reservoir area is quite pervious.

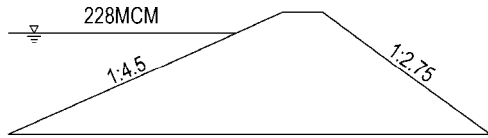
30

7-3. Reservoir construction plan

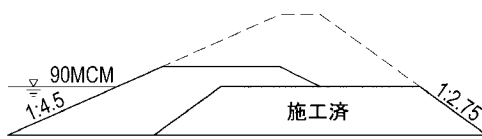
Original Plan in 1983



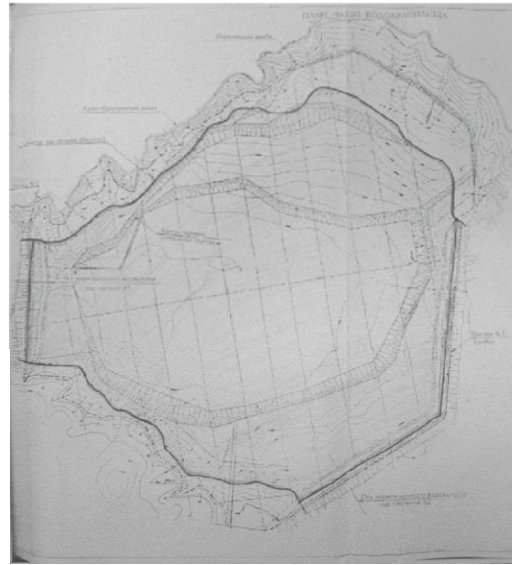
Modified Plan in 1989 after Spitak Eq.



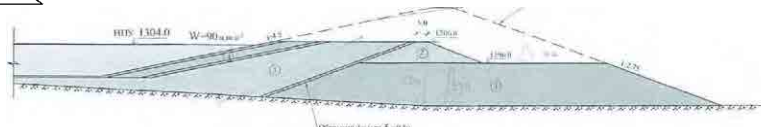
Revised Plan in F/S, 1999



Proposed Plan at this stage based on F/S



Plane view of the reservoir



Dam cross-section (Dam No.1) 31

7-4. Dam location plan considering the utilization of the existing embankments

Conditions of the existing embankments → Utilizable as a part of dam body

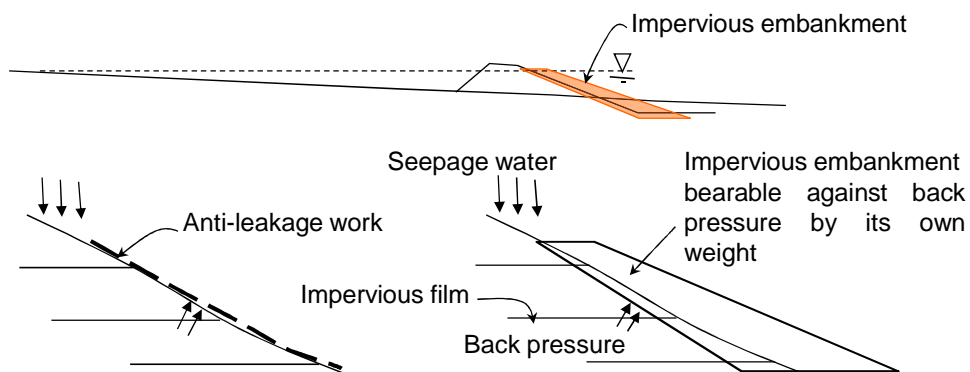
Utilization plan

Basic;

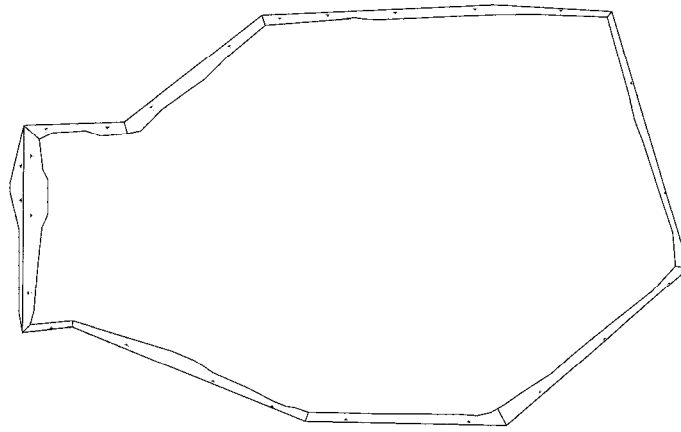
Inclined core zone connected with the anti-leakage works on the reservoir bottom

Planar plan;

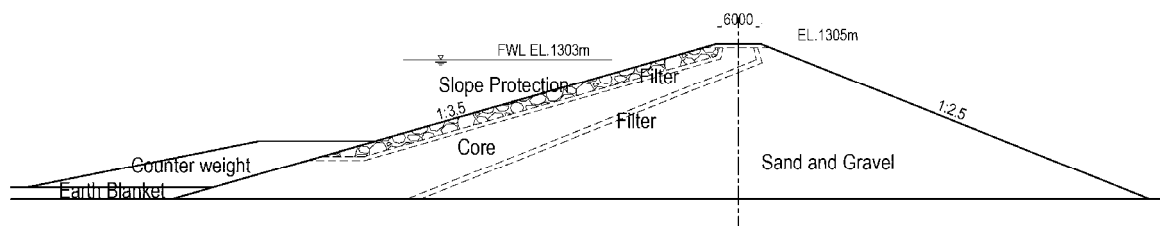
- 1) Rectangle shape with the longer axis connecting Dam No.1 and Dam No.2
- 2) Closing the eastern and western ends of the basin by Dam No.1 and Dam No.2
- 3) Cut-slope formation or a cut-and-bank formation on northern/southern ends to avoid the water surface extension and decrease the area of anti-leakage work to prevent the back pressure from making the anti-leakage work unstable



7. Measures to reservoir basin (5/7)



Planar plan of Yeghvard Reservoir (basic image)



Cross-section of dam body (basic image)

33

7-6. Anti-infiltration work to reservoir bottom (1/2)

i) Earth blanket coverage method

Cover the reservoir bottom by the earth blanket, spread and compacted soil layer.

Expectable $k=5 \times 10^{-6}$ cm/sec is not enough to reduce the leakage from such a wide area.

ii) Watertight asphalt concrete coating method

Pavement of watertight asphalt concrete covering the reservoir bottom.

Popular as the leakage control work of the fill-type dam with facing.

Construction cost of 150 USD/m² is too expensive.

iii) Low density polyethylene sheet or rubber sheet coating method

.....3)
 $k \approx 10^{-12}$ cm/sec

Popular as the leakage control work for irrigation-use reservoirs and the waste repository.

Large size production such as 5 m to 8 m in width and 50 m to 200 m in length.

Construction cost; 45 USD/m²

34

7-6. Anti-infiltration work to reservoir bottom (2/2)

iv) Bentonite sheet coating method.....4)

$$k \doteq 5 \times 10^{-9} \text{cm/sec}$$

Popular as the leakage control work for irrigation-use reservoirs

No large/long size production.

Construction cost; 44 USD/m²

v) Soil-cement coating method1)

$$k \doteq 5 \times 10^{-8} \text{cm/sec}$$

Popular as the low quality construction materials for civil works.

Rare as the anti-filtration works.

Big advantages in economy (14 USD/m²), construction reliability/performance

however, it shall be confirmed if some hazardous chemical such as hexavalent chromium liquate will come out as well.

vi) Imperviousness-strengthened earth blanket coverage method. .2)

Mixing bentonite powder with soil or a bentonite film sandwiched by soil layers.

Construction cost; 18 USD/m²

35

7-7. Construction area of anti-infiltration countermeasure

Permeability test results to the reservoir basement

No.	Formations	Permeability Coefficient (cm/s)
1	Recent Loamy sand, loam ($vdpQ_{IV}$)	1.97×10^{-4}
2	Sand and gravel/pebble (paQ_{IV})	5.03×10^{-3}
3	Recent Eluvial, Deluvial formation (edQ_{IV})	1.63×10^{-3}
4	Late Quaternary Tuffs (βQ_{III})	4.68×10^{-3}
5	Middle Qua. Andecite lava (βQ_{II})	8.04×10^{-3}
6	Early Qua. Lap-ap-lap Q_{IV}	1.16×10^{-5}
7	Early Qua. Alluvial/proluvial sediments	3.08×10^{-3}
8	Late Pliocene, volcanic rocks	3.24×10^{-4}
9	Middle Pliocene, Pumices (βQ_I)	1.57×10^{-2}
10	Andecite/Scoria (βN_2)	9.83×10^{-3}
11	Andecite layer (N_1)	2.83×10^{-3}
	Ave.,	4.67×10^{-3}

1) Quantity of water seeping out through the borehole wall $\Rightarrow k_h$

2) Anisotropy in permeability between k_h and k_v in horizontally deposited layers

3) $k=1.97 \times 10^{-4}$ cm/sec ; horizontal permeability coefficient

4) Remarkable anisotropy in sandy clay layers \Rightarrow low $k_v \Rightarrow$ no need countermeasure
 \Rightarrow small area of countermeasure

8. Project costs and financial analysis (1/7)

8-1. Project costs <Conditions>

- 1) Base; Updated cost as of March 2013 based on estimation during Soviet time,
- 2) Added;
 - a) Rehabilitation of Kasakh river intake (50% of canal construction cost),
 - b) Improvement of secondary / tertiary canals (50% of canal construction cost),
 - c) Consultant fee including geotechnical, topo-surveys (10% of construction cost)
 - d) Contingencies (Physical and Financial: 15%+4%)
- 3) Comparison of anti-infiltration methods for reservoir basin

Unit construction cost in Japan			Conditions		
iii) Rubber, iv) Bentonite sheets	v) Soil cement	vi) Imperviousness strengthened earth blanket	Coating area	Cost for dike construction	Conversion rate in RA
45 USD/m ²	14 USD/m ²	18 USD/m ²	600ha	200%	80%

37

8. Project costs and financial analysis (2/7)

As of March 2013		1 USD=415AMD		Construction cost in Japan (USD/m ²)		Conditions		Estimated construction cost	
No.	Component	Main works	0) Bentonite sheet based on Armenia request A=10,000,000 m ²	iii) Rubber sheet iv) Bentonite sheet	v) Soil cement	vi) Imperviousness strengthened earth blanket	Cost for dikes 200%	Coating area 6,000,000m ²	Armenian rate 80%
			'000 AMD	'000 USD	'000 USD	'000 USD			
N1	Reservoir basin	Polyethylene sheet installation; 10 million m ² (Appr. 3km x 3km) Clay-sand, alumina transferring, loading and laying; 7.5 million tons Gravel transferring, loading and laying; 5.4 million tons	32,201,555	77,594	216,000	67,200			86,400
N2	Dam No.1	Clay-sand, alumina demolition and transferring; 1.5 million tons Creating clay screen; 861 m ³ Gravel transferring, loading and laying; 0.8 million tons	4,354,336	10,492	20,985	20,985			20,985
N3	Dam No.2	Clay-sand, alumina demolition and transferring; 1.2 million tons Creating clay screen; 672 m ³ Gravel transferring, loading and laying; 0.8 million tons	3,887,198	9,367	18,733	18,733			18,733
N4	Irrigation outlet from Dam No.1 -->Kasakh River	Concrete work; 5,600 m ³ Re-bar installation; 336 tons Metal pipe (D=1.6m) installation; 160m	575,971	1,388	1,388	1,388			1,388
N5	Irrigation outlet from Dam No.2 -->Arzni Branch area, Feeding pipeline 1, Simultaneously outlet 2 (DM 129+5)	Concrete work; 2,000 m ³ Re-bar installation; 120 tons Metal pipe (D=1.4m) installation; 148m	309,570	746	746	746			746
N6	Embankment (Serving as the reservoir shore protection structure)	Removing and transferring humus (surface soil); 74,400 tons Grassing and watering; 76,000 m ²	162,198	391	782	782			782
N7	Feeding canal (1) Arzni-Shamiram to the Reservoir	Removing and transferring humus (surface soil); 1.4 m ³ Backfilling clay-sand by hand; 400 m ³ GRP pipe D=0.6 m; 1,100 m ³	46,875	113	113	113			113
N8	Feeding canal (2) Arzni-Shamiram to the Reservoir	Removing and transferring humus (surface soil); 74 m ³ Backfilling clay-sand by hand; 20,000 m ³ GRP pipe D=2.6 m; 3,700 m ³	1,882,440	4,536	4,536	4,536			4,536
N9	Rehabilitation of Arzni-Shamiram canal	Detonation; 10,000 m ³ , Filling gravel, sand; 10,000 m ³ Concrete work (including demolition canal, installation); 15,000 m ³ Re-bar installation; 450 tons	1,122,133	2,704	2,704	2,704			2,704
N10	Sub-total		44,542,276	107,331	265,987	117,187			136,387
	Value added Tax (20%)		8,908,455	21,466	53,197	23,437			27,277
	Total		53,450,731	128,797	319,184	140,624			163,664
Added Items									
	Sub-total of N4,N5,N6,N7,N8,N9 (Canal developm		4,099,187						
N11	Improvement of Kasakh Intake;	Tentative 50% of canal development??	2,049,593	4,939	4,939	4,939			4,939
N12	Improvement of Secondary /Tertiary canals	Tentative 50% of canal development??	2,049,593	4,939	4,939	4,939			4,939
N13	Sub-total (N10+N11+N12)		48,641,462	117,208	275,864	127,064			146,264
N14	Price escalation (in 2013)	5%	2,432,073	5,860	13,793	6,353			7,313
N15	Sub-total (N13+N14)		51,073,535	123,069	289,657	133,417			153,577
N16	Consultant fee (Engineering & Construction supervision)	10%	5,107,354	12,307	28,966	13,342			15,358
N17	Sub-total (N15+N16)		56,180,889	135,376	318,623	146,759			168,935
N18	Physical contingencies (Kaps)	15%	8,427,133	20,306	47,793	22,014			25,340
N19	Financial contingencies (Kaps)	4%	2,247,236	5,415	12,745	5,870			7,313
N20	Total (N17+N18+N19)		66,855,258	161,097	379,162	174,643			201,033
N21	Value added Tax (20%)		13,371,052	32,219	75,832	34,929			40,207
	Grand Total		80,226,310	193,316	454,994	209,572			241,239

8. Project costs and financial analysis (5/7)

8-3. Project plans by other donors

Project (Option)	Dam / Reservoir			Irrigation			Project cost Million USD (Unit cost :USD/ha)	FIRR EIRR
	Dam height (m)	Dam vol. (MCM)	Reservoir surface area (000m ²)	Water require. (MCM/y) (Saving irrigation %)	Existing pumped area (%) →after project	Planned irrigation area (ha) (W. Require.) (m ³ /ha)		
Kaps Stage-1 (Option-2)	55m	25 MCM	Approx 2,500	Approx. 12MCM (Saving Irrigation: S.I. 100%)	n.f.% → 0%	2,280ha (5,300m ³ /ha)	94 M.USD (41,200/ha)	9.4% 15.0%
Kaps Stage-2	74m	60 MCM	Approx. 3,500	Approx. 44MCM (S.I. 100%)		8,070ha (5,400m ³ /ha)	Not found	5.6% 11.5%
Vedi Option-1	Not found	29 MCM	Not found	32MCM (S.I. 50%)	77% → decrease	2,440ha (13,100/ha)	162 M.USD (66,400/ha)	EIRR 1.4%
Vedi Option-2	78m	40 MCM	Approx. 1,250	38MCM (S.I. 50%)		2,820ha (13,500/ha)	197 M.USD (69,900/ha)	EIRR 1.35%
Yeghvard reference	30-35m	90-110 MCM	Approx. 10,000	145MCM (S.I. 0%)	12% → 0%	12,200ha (12,100/ha)	190 M.USD (at request+) (15,600/ha)	Not yet

8. Project costs and financial analysis (6/7)

8-4. Validity of constructing Yeghvard reservoir

1. The IRR of the Vedi project is low, and that of Kaps is conceived to have a similarly low level because it includes the [benefit of the risk of dam collapse](#),
2. The Yeghvard reservoir has a quite larger water surface area ([reservoir bottom](#)) than other two projects (Kaps and Vedi),
3. Thus escalation of the project cost is anticipated depending on the type of work adopted for sustainable [measures for anti-infiltration](#).
4. On the other hand, about 50MCM/year of water currently relying on [the Lake Sevan](#) (equivalent to about 30% of the limit of discharge from the Lake, 170MCM/year) can be saved by constructing the Yeghvard Reservoir.
5. Depending on how to calculate the benefit of this project, a high possibility is expected to make the project feasible / acceptable.

8. Project costs and financial analysis (7/7)

8-5. Expectation of project cost reduction

Anisotropy in permeability (horizontal and vertical)

- Permeability coefficient: $k=1.97 \times 10^{-4}$ in the results of hydro-geological survey at Soviet time might be adopted as vertical permeability,
- If the area of reservoir basin requiring coating becomes smaller, project cost will be reduced.

8-6. Expectation of project viability

Saving water utilization of the Lake Sevan;

- Though FIRR is low, the Project will contribute not to consume approx. 50MCM/year or 30% of 170MCM, i.e. annual limit discharge of the Lake.
- This would effect; a)raising water level, b)saved water can be used for other purpose, c)promoting fish culture, d)conserving environment, e)tourism development, etc.

9. Some conditions to make a decision for the implementation of Yeghvard Irrigation Project

Armenian national policies in water sector say;

- 1) “Water resources conservation (it means the conservation of Lake Sevan)” is the top-most priority for the nation,
- 2) Water usage for agricultural purpose is placed next priority except uses of tradition and international law, and
- 3) Shifting irrigation system from pump to gravity is fundamental strategy.

Status surrounding the Yeghvard Irrigation Project,

If the project were required to make it scale down;

- 1) To allow consuming water of Lake Sevan for the Project,
- 2) To retain an existing pump station (Rancchabar) in the Project area, and/or
- 3) To make smaller a capacity of the planned reservoir
→ to limit the beneficial area of the Project.

Thank you very much!



Mt. Fuji (in Japan), Source: Wikipedia 45

収集資料リスト

番号	資料の名称	発行機関	形態※	種類					取扱区分	図書館記入欄
				収集資料	専門家作成資料	JICA作成資料	テキスト	その他		
1. 政策・国家戦略・法律等										
1-1	Armenia Development Strategy for 2014-2025	Government of Republic of Armenia	電子データ	1					JR・CR ()・SC	
1-2	Towards Integrated Water Resources Management: Revisited (2014)	World Bank	電子データ	1					JR・CR ()・SC	
1-3	National Program of the Republic of Armenia on Water - Extract- (2006)	Republic of Armenia	電子データ	1					JR・CR ()・SC	
1-4	ARMENIA Country development Cooperation Strategy FY 2013-2017	USAID	電子データ	1					JR・CR ()・SC	
1-5	Strategy of Export - Led Industrial Policy of Republic of Armenia, 2011	Ministry of Economy, The Republic of Armenia	電子データ	1					JR・CR ()・SC	
1-6	RA Law on Main Provisions for National Water Policy (2005)	Republic of Armenia	電子データ	1					JR・CR ()・SC	
1-7	RA Law of Lake Sevan (2001)	Republic of Armenia	電子データ	1					JR・CR ()・SC	
1-8	Law on Water Users Association (2002)	Republic of Armenia	電子データ	1					JR・CR ()・SC	
2. アルメニア国組織										
2-1	The Staff of the Ministry of Agriculture of the Republic of Armenia (2002)	Republic of Armenia	電子データ	1					JR・CR ()・SC	
3. 水利用 (セヴァン湖、国際河川)										
3-1	Reconstruction, Protection, Reproduction, Annual and Complex Usage Measure for Ecosystem of Lake Sevan - Extract- (2001)	Republic of Armenia	電子データ	1					JR・CR ()・SC	
3-2	Approve of Annual Plan for 2014 on the Reconstruction, Protection, Reconstruction, Reproduce, Natural Development and Use of Events for Ecosystem if Lake Sevan -Extract- (2013)	Republic of Armenia	電子データ	1					JR・CR ()・SC	
3-3	国際水環境紛争における衛平な利用原則の検討	井上秀典 Hosei University Repository	電子データ	1					JR・CR ()・SC	
3-4	Cooperation on Turkey's Transboundary Waters (2005)	The German Federal Ministry for Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety	電子データ	1					JR・CR ()・SC	
4. 自然条件										
4-1	Real Estate Cadastre ATLAS	State Committee of the State Real Estate	書籍(借用)	1					JR・CR ()・SC	
4-2	Climatic ATLAS	Institute of Geological Science, Department of Geography	書籍(借用)	-					JR・CR ()・SC	
4-3	Soil ATLAS	M.O. Agriculture of Armenia	書籍(借用)	-					JR・CR ()・SC	

番号	資料の名称	発行機関	形態※	種類					取扱区分	図書館記入欄
				収集資料	専門家作成資料	JICA作成資料	テキスト	その他		
4-4	Hydrological ATLAS	Institute of Geological Science, Department of Geography	書籍(借用)	-					JR・CR()・SC	
4-5	Schematic Hydrogeological Map of Armenia CCP, Scale 1:600,000	M.O. Natural Protection of Republic of Armenia, GEOLOGICAL AGENCY	地図	1					JR・CR()・SC	
4-6	Topographical Map of Armenia, Scale 1:200,000	M.O. Natural Protection of Republic of Armenia	地図	1					JR・CR()・SC	
4-7	Topographic map (1/50,000)	State Committee of the State Real Estate	電子データ	1					JR・CR()・SC	
4-8	Geological Map of Republic of Armenia, Scale 1:500,000	M.O. Natural Protection of Republic of Armenia, GEOLOGICAL AGENCY	地図	1					JR・CR()・SC	
4-9	Mineral Resources Map of Armenia, Scale 1:1,000,000	USAID	地図	1					JR・CR()・SC	
4-10	Water Resources ATLAS	USAID	書籍(借用)	-					JR・CR()・SC	
4-11	Map of the Mineralization of Groundwater in Irrigable lands in Ararat Plain: 2011, Scale 1:25,000	AMELIORATION CJSC	地図	1					JR・CR()・SC	
4-12	Main Groundwater Aquifers, Scale 1:1,000,000	USAID	地図	1					JR・CR()・SC	
4-13	Groundwater Deposits and Recharge Zones, Scale	USAID	地図	1					JR・CR()・SC	
4-14	Map of the Groundwater Level in Irrigable lands in Ararat Plain: June, 2011, Scale 1:25,000	AMELIORATION CJSC	地図	1					JR・CR()・SC	
4-15	Map of the Groundwater Level in Irrigable lands in Ararat Plain: December, 2011, Scale 1:25,000	AMELIORATION CJSC	地図	1					JR・CR()・SC	
4-16	Atlas of Strong Earthquakes of the Republic of Armenia, Artsakh and Adjacent Territories from Ancient Times through 2003	National Academy of Sciences of the Republic of Armenia, Institute of the Geophysics and Engineering Seismology	書籍	1					JR・CR()・SC	
5. 自然条件(水文・気象・地震)データ										
5-1	Hydro-Meteorological Data	Hydro-meteorological Service of the Ministry of Emergency Situations	電子データ	1					JR・CR()・SC	
5-2	Discharge data of Arzmi-shamiram, Lower Hrazdan and Rancchapar P/S	Water Supply Agency	電子データ	1					JR・CR()・SC	
5-3	Water Code of RA (2002)	Republic of Armenia	電子データ	1					JR・CR()・SC	
5-4	Seismic wave of Spitak Earthquake	Earthquake Engineering	電子データ	1					JR・CR()・SC	
6. 貯水池設計基準										
6-1	Building codes Hydraulic Engineering Structures BC 33-01-2003		電子データ	1					JR・CR()・SC	
6-2	Construction codes II-7-81* (in Russian)	Construction committee of USSR	電子データ	1					JR・CR()・SC	

番号	資料の名称	発行機関	形態※	種類					取扱区分	図書館記入欄
				収集資料	専門家作成資料	JICA作成資料	テキスト	その他		
6-3	Construction codes 2.06.05-84 Attachment 1	Construction committee of USSR	コピー	1					JR・CR ()・SC	
6-4	Construction codes 2.06.05-84 Attachment 2	Construction committee of USSR	コピー	1					JR・CR ()・SC	
6-5	Construction codes 2.06.05-84 Attachment 5	Construction committee of USSR	コピー	1					JR・CR ()・SC	
6-6	Earthquake resistant construction design codes RABC II-6.02-2006	Ministry of Urban Development	電子データ	1					JR・CR ()・SC	
7. Yeghvard貯水池既往調査報告書・設計図書等										
7-1	Map of Yeghvard Plan of Reservoir basin	"ARMVODPROEKT" Institute (HAYJRNAKHAGITS Institute)	電子データ						JR・CR ()・SC	
7-2	Feasibility Study for Yeghvard Reservoir (1999)	"ARMVODPROEKT" Institute (HAYJRNAKHAGITS Institute)	コピー						JR・CR ()・SC	
7-3	Yeghvard Reservoir, Table of Contents for Volume I to Volume XII (1985)	State Design Institute "ARMVODPROEKT",USSR	電子データ (写真)						JR・CR ()・SC	
7-4	Yeghvard Reservoir, Volume I General Explanatory note (1985)	State Design Institute "ARMVODPROEKT",USSR	電子データ (写真)						JR・CR ()・SC	
7-5	Yeghvard Reservoir, Volume IV, Book 1 Hydrological Conditions (1985)	State Design Institute "ARMVODPROEKT",USSR	電子データ (写真)						JR・CR ()・SC	
7-6	Feasibility Study of the Design & Construction of a Reservoir on Hrazdan River, Volume IV. Natural Condition	GIPROBODSTROY, State Design-Survey Institute	コピー	1					JR・CR ()・SC	
7-7	Volume VI Ameliorative construction Book I Reservoir Unit	State Design Institute "ARMGIPROVODXOZ"	電子データ	1					JR・CR ()・SC	
7-8	Volume IV Natural Conditions Book 2 Engineering-geological and Hydro-geological Conditions Part 4 Natural construction materials	State Design Institute "ARMGIPROVODXOZ"	電子データ	1					JR・CR ()・SC	
7-9	Location map of geophysical observation profile and geoelectric cross-sections	ARMGIPROVODXOZ, State Design Institute	コピー	1					JR・CR ()・SC	
7-10	Geological-lithological-geophysical cross-section of the Dam axis (on the line I-I'), S=1:1,000	ARMGIPROVODXOZ, State Design Institute	コピー	1					JR・CR ()・SC	
7-11	Geological-lithological-geophysical cross-section along the downstream of the dam (along the line II-II')	ARMGIPROVODXOZ, State Design Institute	コピー	1					JR・CR ()・SC	
7-12	Geological-lithological-geophysical cross-section along the upstream of the dam (along the line III-III')	ARMGIPROVODXOZ, State Design Institute	コピー	1					JR・CR ()・SC	
7-13	Geological-lithological-geophysical cross-section along the far upstream of the dam (along the line IV-IV')	ARMGIPROVODXOZ, State Design Institute	コピー	1					JR・CR ()・SC	
7-14	Geological-lithological-geophysical cross-section along the line V-V')	ARMGIPROVODXOZ, State Design Institute	コピー	1					JR・CR ()・SC	
7-15	Geological-lithological-geophysical cross-section along the line VI-VI')	ARMGIPROVODXOZ, State Design Institute	コピー	1					JR・CR ()・SC	

番号	資料の名称	発行機関	形態※	種類					取扱区分	図書館記入欄
				収集資料	専門家作成資料	JICA作成資料	テキスト	その他		
7-16	Geological-lithological-geophysical cross-section along the line VII-VII')	ARMGIPROVODXOZ, State Design Institute	コピー	1					JR・CR ()・SC	
7-17	Geological-lithological-geophysical cross-section along the line VIII-VIII')	ARMGIPROVODXOZ, State Design Institute	コピー	1					JR・CR ()・SC	
7-18	Geological-lithological-geophysical cross-section along the line IX-IX')	ARMGIPROVODXOZ, State Design Institute	コピー	1					JR・CR ()・SC	
7-19	Geological-lithological-geophysical cross-section along the line X-X')	ARMGIPROVODXOZ, State Design Institute	コピー	1					JR・CR ()・SC	
7-20	Geological-lithological-geophysical cross-section along the line XIII-XIII')	ARMGIPROVODXOZ, State Design Institute	コピー	1					JR・CR ()・SC	
7-21	Geological-lithological-geophysical profile and cross-sections along the No.2 Dam axis	ARMGIPROVODXOZ, State Design Institute	コピー	1					JR・CR ()・SC	
7-22	Engineering-geological map of the Yeghvard Reservoir, Scale 1:5,000	ARMGIPROVODXOZ, State Design Institute	コピー	1					JR・CR ()・SC	
7-23	Engineering-geological map of the deposits of loam and gravel soil S=1:5,000, 1:1,000	ARMGIPROVODXOZ, State Design Institute	コピー	1					JR・CR ()・SC	
7-24	Engineering-geological map of Reservoir quarry site of gravel soils	ARMGIPROVODXOZ, State Design Institute	コピー	1					JR・CR ()・SC	
7-25	Drawing of rehabilitation plan for Arzmi-shamiram canal and Lower Hrazdan Canal	PIU, State Committee for Water System	電子データ	1					JR・CR ()・SC	
7-26	Preliminary Cost Estimate -Yeghvard Reservoir Irrigation Project (As of March 2013)	PIU, State Committee for Water System	電子データ	1					JR・CR ()・SC	
8. 施設維持管理										
8-1	Operation cost of Rancchapar Pump station	Water Sepply Agency	電子データ						JR・CR ()・SC	
8-2	Data for the Pump station operatated by WUA	PIU, State Committee for Water System	電子データ						JR・CR ()・SC	
9. 営農・流通										
9-1	Agriculture and Food Processing in Armenia, 2010	USAD & Center for Agribusiness ans Rural	電子データ	1					JR・CR ()・SC	
9-2	Agro-Food Sector in Armenia	ArmeNWal	電子データ	1					JR・CR ()・SC	
9-3	Armenia: Background Study, November 2013	USAID	電子データ	1					JR・CR ()・SC	
9-4	Nutrition Country Profile Republic of Armenia, 2005	FAO	電子データ	1					JR・CR ()・SC	
9-5	FAO - Republic of Armenia Country Programme Framework 2012-2015	FAO and The Ministry of Agriculture, The Republic of Armenia	電子データ	1					JR・CR ()・SC	
9-6	Social Impact of Emigration and Rural-Urban Migration in central and Eastern Europe, Final Country Report, Armenia 2012	European Commission	電子データ	1					JR・CR ()・SC	
9-7	CIS諸国における農業改革	百村政修 九州国際大学 経済学部教授	電子データ	1					JR・CR ()・SC	

番号	資料の名称	発行機関	形態※	種類					取扱区分	図書館記入欄
				収集資料	専門家作成資料	JICA作成資料	テキスト	その他		
9-8	CIS農業改革研究序説	野部公一 農林水産政策研究所レビューNo.8	電子データ	1					JR・CR ()・SC	
9-9	経済体制以降と農業 アルメニアの事例	野部公一	電子データ	1					JR・CR ()・SC	
9-10	成功への道 - 農業生産と食料安全保障の成功事例 2009年	国連食糧農業機関 (FAO)	電子データ	1					JR・CR ()・SC	
9-11	Environmental Management Plan, November 2010	Armenia Community Agricultural Resource Management and	電子データ	1					JR・CR ()・SC	
9-12	Assessment of the Potential; of the Armenian Greenhouse Cluster, 2007	USAID	電子データ	1					JR・CR ()・SC	
9-13	Armenia: From Reliable Irrigation to Profitable Agriculture	Millennium Challenge Corporation, USA	電子データ	1					JR・CR ()・SC	
9-14	The norms and regime of the irrigation of agricultural crops for irrigated areas in Armenia (2007)	The institute of water issues and hydro-techniques, Ministry of Agriculture of RA	書籍						JR・CR ()・SC	
9-15	Boosting Armenia's Agricultural Exports, Yerevan 2008	GLOBAL SPC	電子データ	1					JR・CR ()・SC	
9-16	Doing Business in Armenia: 2012 Country Commercial Guide for U.S. Companies	U.S. & Foreign Commercial Service	電子データ	1					JR・CR ()・SC	
9-17	Studies on the Agricultural and Food sector in central and Eastern Europe -Improving the function of the rural financial markets of Armenia	IAMO	電子データ	1					JR・CR ()・SC	
9-18	Rapid Assessment of Value Chain Opportunities in Armenia	USAID	電子データ	1					JR・CR ()・SC	
9-19	A Review of Organizational Change in the Armenian Agricultural Sector, 2005	INTAS Project	電子データ	1					JR・CR ()・SC	
9-20	The Role of Cooperatives in the Development of Agriculture in Armenia, Asian Countries & EU (Worldwide case studies),	Institute for Cultural Diplomacy	電子データ	1					JR・CR ()・SC	
9-21	質問表回答 (アルメニア語)	The Ministry of Agriculture, The Republic of Armenia	電子データ	1					JR・CR ()・SC	
10. 土地利用										
10-1	Cadastre of Land Reclamation Condition of the Irrigation & Drainage Land, As of January 1st of 2012	AMELIORATION CJSC	コピー	1					JR・CR ()・SC	
10-2	Land Code of the Republic of Armenia (Passed on 2nd of May, 2001)	The Government of the Republic of Armenia	電子データ	1					JR・CR ()・SC	
10-3	市場経済化と土地所有の比較法社会的検討 旧ソ連諸国の事例	山村理人 北海道大学スラブ研究センター教授 文部科学省科学研究費特定領域研究(司法改革班)	電子データ	1					JR・CR ()・SC	
11. 環境										
11-1	The Law of the Republic of Armenia on Environmental Impact Assessment and Expertise		電子データ	1					JR・CR ()・SC	

番号	資料の名称	発行機関	形態※	種類					取扱区分	図書館記入欄
				収集資料	専門家作成資料	JICA作成資料	テキスト	その他		
12. 他貯水池事例										
12-1	Marmrik貯水池計測設備配置検討資料		コピー	1					JR・CR()・SC	
13. 他ドナープロジェクト										
13-1	Integrated Water Resources Management / Akhouryan River Construction of Kaps Reservoir and Gravity Irrigation System Draft Feasibility Report (2014)	KfW Development Bank	電子データ	1					JR・CR()・SC	
13-2	Construction of Vedi Reservoir for Irrigation in the Ararat Valley (2014)	French Development Agency (AFD)	電子データ	1					JR・CR()・SC	

添 付 資 料

Appendix-A 農家調査の結果

1. Survey Target Areas

The survey was carried out in 5 WUAs in 4 Marzes recommended by PIU during 8th -11th July, 2014. In total, 20 farm-households (WUA members) were selected for the survey. The table below shows name of the selected WUAs, including landscape of their area, and number of sample farm-households from each WUA.

Table A-1 Outline of WUAs Surveyed

Marz	WUA & Number of Sample Farmers	Agro-economic Zone	Land Scene & Altitude	Distant from Yelevan
Aragatsotn	Ashtarak (3)	Hilly area	Moderate slope with semi-higher altitude (1,100 m)	25 km
	Shamiram (2)	Hilly area	-Ditto- (1,200 m)	50 km
Shirak	Shirak (5)	Mountainous area	Plain with higher altitude (1,500m)	120 km
Armavir	Khoy (5)	Ararat plain area	Plain with lower altitude (900m)	25 km
Tavush	Noyemberyan (5)	Sub-tropical area	Moderate slope with lower altitude (500m)	220 km

2. Outline of the Surveyed Farm-households

- (1) The average age of interviewee (the head of a family) is 53.8 in the range of 35-68. All interviewee are male, and they consist of mainly 50s (11 men) and 60s (5 men).
- (2) 16 farm-households out of 20 have got their land-rights during 1991-93, while three farm-households have got the rights after the year 2000.
- (3) The average farming career of interviewee is 24.5 years. It implies that many of them have started farming upon getting their land-rights after the independence in 1991. There are 6 interviewees who have more than 24 years farming career (started farming before the independence).

Table A-2 Average Age of the Farmers and their Experience in Farming

Marz	Age		Farming Experience (Year)		Farmers Experienced over 24 years
	Ave	Range	Ave.	Range	
Aragatsotn	55.2	44 – 64	27.6	22 - 40	2
Shirak	53.8	52 – 57	23.0	20 - 30	1
Armavir	58.2	41 – 68	31.4	21 - 50	2
Tavush	48.0	35 – 62	16.0	5 - 23	0
Total	53.8	35 – 68	24.5	5 – 50	6

- (4) With respect to educational background of the interviewees, 11 interviewees are the graduate of middle school, 7 interviewees are the graduate of high school and 2 interviewees are the graduate of university of more.
- (5) The average size of interviewees' family is 5.5/household. A typical family consists of parents, 3 children (1 is less than 14 years old) and 1 elder people (over 65 years old)

Table A-3 Family Members of the Farmers

Age	Male	Female	Total
Under 14	0.7	0.5	1.2
15 - 64	2.1	1.9	4.0
Over 65	0.2	0.2	0.3
Total	3.0	2.5	5.5

(Note) Total of "over 65" is not corresponds due to rounded calculation

- (6) Out of family members of all interviewees, 26 members have a job in non-agriculture sector (male: 17 and female: 9). Most families have more than 1 family members who work in non-agricultural sector in average (only 4 interviewees have no family member who works in non-agricultural sector). The interviewees in Amarvir Marz have relatively small number of family members who work in non-agricultural sector.

Table A-4 Number of Employee in Non-Agri. Sectors per Family

Marz	Non-agriculture Permanent Employee		
	Male	Female	Total
Aragatsotn	5	2	7
Shirak	3	4	7
Armavir	3	1	4
Tavush	6	2	8
Total	17	9	26

3. Annual Income in 2013

- (1) The average annual household income of interviewee in 2013 is 3,870 thousand AMD (Armenian Dram), while the maximum is 15,000 thousand AMD and the minimum is 600 thousand AMD. The average income is the highest in Armavir Marz, while the lowest is in Tavush Marz.

Table A-5 Average Annual Income of the Farmer Families in 2013

Marz	Annual Income in 2013 (Thousand AMD/household)	
	Ave	Range
Aragatsotn	4,760	800 – 15,000
Shirak	3,120	600 – 6,000
Armavir	5,500	1,500 – 13,000
Tavush	2,100	1,000 – 3,000
Total	3,870	600 – 15,000

- (2) 18 farm-households out of 20 sample farm-households answer that their principle income source is crop farming. It seems that many farm-households manage their farming many depending on crop growing.
- (3) 11 farm-households out of 20 sample farm-households answer that they have a certain income from livestock farming. Then, only one farm-household depends on livestock for their principle income. While the number of farm-households having income from livestock farming in Amarvir Marz is zero, livestock farming is an important subsidiary income source of farm-households in other Marzes.
- (4) 16 farm-households out of 20 sample farm-households answer that they have an income (a salary or wages) from non-agricultural sector. Out of the 16 farm-households, 3 farm-households depend on their principle income from the salary or wages. Income from non-agricultural sector is also an important subsidiary income source of farm-households in all Marzes.
- (5) None of sample farm-households have income from sales of handcrafts, while only 2 sample farm-households have income from self-employed business.
- (6) Pension, remittance and public supports are not important for many sample farm-households.

Table A-6 Importance of Income Sources to the Farmer Families in 2013
(the smaller number is the more important item)

Income Source	Marz				Total
	Aragatsotn	Shirak	Armavir	Tavush	
Sales of crops	1	1	1	1	1
Sales of livestock/milk/eggs	4	2	-	3	4
Salary or wage (Agriculture)	3	2	3	4	3
Salary or wage (Non-agriculture)	2	2	2	2	2
Own business (self-employed)	5	-	5	-	7
Sales of handcraft	-	-	-	-	-
Pension of family members	6	6	3	5	5
Remittance	6	5	-	5	6
Public support	6	-	-	-	8
Others	-	-	-	-	-

4. Annual Expenditure in 2013

- (1) The average annual household expenditure of interviewee in 2013 is 3,310 thousand AMD, while the maximum is 10,000 thousand AMD and the minimum is 600 thousand AMD. The average is highest in Armavir Marz and the lowest in Tavush Marz.

Table A-7 Average Annual Expenditure of the Farmer Families in 2013

Marz	Annual Expenditure in 2013 (Thousand AMD/household)	
	Ave	Range
Aragatsotn	2,660	800 – 5,500
Shirak	3,120	600 – 6,000
Armavir	5,560	2,800 – 10,000
Tavush	1,900	1,000 – 3,000
Total	3,310	600 – 10,000

- (2) The highest expenditure item is “agricultural inputs and management” for all sample farm-households.
- (3) The higher expenditure items are “foods & beverages” and “housing, home-consumables and public services”.
- (4) Sample farm-households in Aragatsotn Marz and Armavir Mars spend relatively much for “clothes” and “electric appliances, furniture and durable goods”, while they don’t spend much for “social relations”. However, the farm-households in Shirak Marz and Tavush Marz have an opposite expenditure tendency
- (5) All sample farm-households don’t spend much for “medical care & health” and “education and recreation”.

Table A-8 Importance of Income Sources to the Farmer Families in 2013
(the smaller number is the more spending item)

Expenditure Item	Marz				Total
	Aragatsotn	Shirak	Armavir	Tavush	
Agricultural inputs and management	1	1	1	1	1
Foods & beverages	2	2	2	2	2
Clothes	4	5	4	7	5
Housing, home-consumables and public services	3	2	2	4	3
Electric appliances, furniture and durable goods	4	7	4	7	6
Medical care & health	4	7	7	5	6
Education & recreation	7	6	8	6	8
Social relation	7	4	6	3	4
Others	9	9	9	9	9

5. Strategy to increase the Family's Living Standards in Future

- (1) Many interviewees still keep a strong will to continue farming, since many of them answer that they devote themselves to farming to increase their living standards.
- (2) On the other hand, almost a half of the interviewees answer that it is important to find out a new job/business and 75% of the interviewees answer that it is important to educate children for getting new job in order to increase their living standards in future. Those answers imply that a substantial number of farmers aren't confident in continuation of farming in the next generation.
- (3) Though Armenia is famous in transmigration or migrant workers to foreign countries, the interviewees want to get a job in their hometown.
- (4) About a half of the interviewees answer that they are interested in not only farming, but also in processing of farm products. However, none of interviewees in Armavir Marz are interested in.

Table A-9 Farmers' Strategy to Improve their Livelihood

Strategy	Number of Answered Farmers		
	Very important	Important	Less important
To devote to farming	16	3	1
To find out a new good job/business in the local area (including family members)	5	4	11
To go to other area/country for getting jobs (including family members)	0	1	19
To educate children for getting good jobs	7	8	5
To increase crop production from the own-land	18	2	0
To increase the number of livestock	4	5	11
To sell processed foods/products	6	3	11
Others	-	-	-

6. Farmland under Management

- (1) The average farmland size managed by the interviewees' family is 3.67 ha. Out of the 3.67 ha, 2.75 ha is owned by the family while 0.93 ha is rented land.
- (2) The average number of land title holders in the interviewees' family is 3.7 people. The title is divided by husband and wife, and adult children in general. Though farmland is fragmented into many land title holders, the land size managed by a farm-household may be kept to a certain size due to the multi land title holders in a family.
- (3) It is observed that borrowing and lending of farmland is common in Armenia. However, there is no interviewees to lend out own farmland. Almost farmland lent out is annual crops growing land.
- (4) Most parts of farmland are irrigated, while there are some rain-fed farmlands. The rain-fed farmland is used for annual crops growing and pasture in general.
- (5) Annual crops land, the largest and orchard/vineyard occupy the farmland.
- (6) Only one interviewee has own pasture, while there are 6 interviewees to grow cattle, sheep or goats
- (7) Every interviewee has a small seize of home garden under irrigation.

Table A-10 Average Farmland Size of All Farmers in ha

Farm Land Use	Irrigation	Own-land			Lent from	Total
		Managed	Lent-out	S-total		
Annual crops (including forage crops)	Irrigated	1.29	0.00	1.29	0.70	1.99
	Rain-fed	0.23	0.00	0.23	0.15	0.38
	Total	1.52	0.00	1.52	0.85	2.37
Orchard/ vineyard	Irrigated	1.02	0.00	1.02	0.00	1.02
	Rain-fed	0.00	0.00	0.00	0.08	0.08
	Total	1.02	0.00	1.02	0.08	1.10
Pasture	Irrigated	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Rain-fed	0.04	0.00	0.04	0.00	0.00
	Total	0.04	0.00	0.04	0.00	0.04
Others (home garden, etc.)	Irrigated	0.17	0.00	0.17	0.00	0.17
	Rain-fed	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Total	0.17	0.00	0.17	0.00	0.17
Total	Irrigated	2.48	0.00	2.48	0.70	3.18
	Rain-fed	0.27	0.00	0.27	0.23	0.49
	Total	2.75	0.00	2.75	0.93	3.67

Note: Some totals are not corresponding to the breakdowns due to rounding error

- (8) Farmland use of the interviewees by respective Marzes is shown as follows;

Table A-11 Indicative Farmland Use by Marzes in ha

Marz	Own-land	Lent-from	Farmland total	Crops	Orchard & Grape	Rain-fed
Aragatsotn	3.20	0.10	3.30	0.94	2.31	0.00
Shirak	2.34	1.30	3.64	3.33	0.00	1.06
Armavir	2.48	2.00	4.48	4.00	0.22	0.00
Tavush	2.96	0.30	3.26	1.20	1.86	0.06

7. Agricultural Production (Crops & Livestock) in 2013

- (1) The most common crop for the interviewees is wheat, and the planted area is also the largest. Wheat is grown under rain-fed condition in Shirak Marz and Tavush Marz.
- (2) The second common crop is potato which is a major food for farmers after wheat.
- (3) There are a few interviewees to grow barley. Barley is grown for forage purpose.
- (4) Among forage crops, only alfalfa is grown by the interviewees. Alfalfa is combined with wheat and potato.
- (5) Limited number of the interviewees grows vegetables except for the plantation in home garden. The planted area is also very small. Tomato, cabbage and cucumber are popular vegetables among the interviewees.
- (6) As same as vegetables, limited number of the interviewees grows fruits (including grape) except for the plantation in home garden. However, the planted area is larger than the area of vegetables. Apple, peach and grape are popular fruits among the interviewees.
- (7) There are several interviewees to breed livestock except for chicken. There is only one interviewee to breed sheep and goats.
- (8) Most interviewees grow necessary forage crops for own livestock by themselves. Major fodder sources for the livestock are public grazing land for cattle, grazing land (own and public) for sheep/goats, commercial feed for pigs, and commercial feed and backyard for chicken.

Table A-12 Crop Production of Sample Farmers in 2013

Crop	Farmers to grow*	Total Area (ha)	Average Area (ha/ farmer)	Total Production (ton)	Yield (ton/ha)
Wheat	15	25.30	1.69	90,200	3.57
Barley	2	1.50	0.75	6,300	4.20
Forage (Alfalfa)	5	5.70	1.14	21,000	3.68
Potato	7	11.92	1.70	392,000	32.89
Sunflower	3	3.10	1.03	6,500	2.10
Tomato	5	0.23	0.05	18,100	80.44
Cabbage	3	0.52	0.17	24,200	46.72
Cucumber	5	1.16	0.23	29,800	25.69
Eggplant	1	0.60	0.60	12,000	20.00
Water melon	1	0.01	0.01	700	70.00
Strawberry	2	0.60	0.30	5,000	8.33
Grape	5	5.64	1.13	43,000	7.63
Apple	7	7.40	1.06	177,100	23.9
Apricot	1	0.50	0.50	500	1.00
Peach	5	NA	NA	NA	NA
Persimmon (new crop)	3	NA	NA	NA	NA
Pear	1	NA	NA	NA	NA

(Note) * >0.01ha for vegetables, and >0.1ha for other crops

Table A-13 Number of Livestock Raised by Sample Farmers in 2013

Livestock	Farmers to raise	Adult	Young Animals	Total Livestock	Livestock per Farmer
Cattle & Cow	6	30	26	56	9.3
Sheep & Goat	1	10	8	18	18.0
Pig	4	15	45	60	15.0
Poultry (Chicken)	12	285	160	445	37.1

Table A-14 Management of Fodders in 2013

Livestock	Importance	Number of Answered Farmers				Total
		Self-Production	Buy from Outside	Grazing (own-land)	Grazing (public)	
Cattle & Cow	Principle	5	0	0	3	6
	Major Substitute	0	1	1	2	
	Minor Substitute	1	1	1	0	
	No/Negligible	0	4	4	1	
Sheep & Goat	Principle	1	0	0	0	1
	Major Substitute	0	0	1	1	
	Minor Substitute	0	1	0	0	
	No/Negligible	0	0	0	0	
Pig	Principle	3	1	0	0	4
	Major Substitute	0	0	0	0	
	Minor Substitute	1	1	0	0	
	No/Negligible	0	2	4	4	
Poultry	Principle	9	0	0	0	11
	Major Substitute	0	1	1	0	
	Minor Substitute	1	3	5	1	
	No/Negligible	1	7	5	10	

(9) Farming of the interviewees in respective Marzes is summarized as follows;

<Aragatsotn Marz>

Fruits (including grape) farming is the most important farming, and livestock and crop farming are subsidiarily combined. Among fruits, grapes are much grown in low altitude areas while apples are grown in high altitude areas in general. Cattle and chicken are major livestock. Few vegetables are grown except for the self-consumption in home garden.

<Shirak Marz>

Wheat, potato and livestock (mainly cattle) are well combined in a farming system. Few vegetables and fruits are grown except for the self-consumption in home garden.

<Armavir Marz>

Wheat, potato and vegetables are combined, while fruits farming are also popular to some extent. Vegetables are the most important cash income source for many farmers, and they are grown not only in open field but also in tunnel or green house with drip irrigation system. Livestock farming is not popular.

<Tavush Marz>

Fruits farming are the most important farming, and livestock and crop farming are subsidiarily combined. While peaches are major fruits in the area, persimmons are becoming popular in recent years. Sunflower is more popular than the other Marzes. Pigs and chicken are major livestock. Few vegetables are grown except for the self-consumption in home garden.

Table A-15 Crop/Livestock Growing Farmers by Marz in 2013

Crop/Livestock	Number of Farmers*				
	Aragatsotn	Shirak	Armavir	Tavush	Total
Wheat	2	5	5	3	15
Barley	0	1	1	0	2
Forage (Alfalfa)	2	3	0	0	5
Potato	0	3	4	0	7
Sunflower	0	0	0	3	3
Tomato	0	0	4	1	5
Cabbage	0	1	2	0	3
Cucumber	0	1	4	0	5
Eggplant	0	0	1	0	1
Water melon	0	0	0	1	1
Strawberry	0	0	2	0	2
Grape	3	0	1	1	5
Apple	4	0	1	2	7
Apricot	1	0	0	0	1
Peach	0	0	1	4	5
Persimmon (new crop)	0	0	0	3	3
Pear	0	0	0	1	1
Cattle & Cow	2	4	0	0	6
Sheep & Goat	0	1	0	0	1
Pig	1	1	0	2	4
Poultry (Chicken)	3	4	2	3	12

(Note) *>0.01ha for vegetables, and >0.1ha for other crops

- (10) A crop calendar of major crops is made based on collected information from the interviewees (See Figure A-1).
- (11) The main labor force for farming is husband, and wife and adult sons play a supporting role. Adult daughters also support farming to some extent, not as much as adult sons.
- (12) The role of old person and small children is quite limited regardless of sex.
- (13) Women share almost equal responsibility with men for managing small animal, i.e. pigs and chicken.
- (14) Farm labors are hired and play a certain important role in growing cereals, vegetables and fruits. However, no labor is hired for breeding livestock by the interviewees.

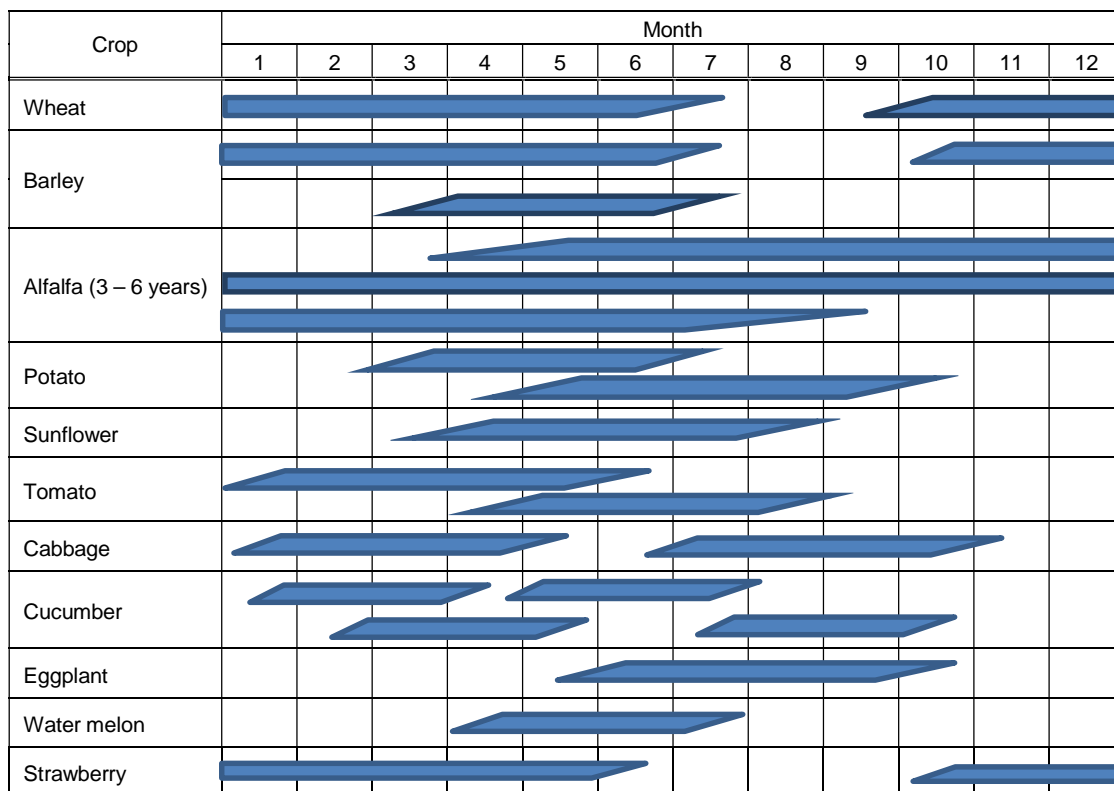


Figure A-1 Crop Calendar of Major Crops

Table A-16 Labor Forces for Farming

Crop/Livestock (No. of answers)	Work input	Hus- band	Wife	Other adult		Old people		Children		Hired labor
				Male	Fe- male	Male	Fe- male	Male	Fe- male	
Wheat & grains (14)	Main	11	2	3	1	0	0	0	0	3
	Assist	2	9	7	4	0	1	3	3	2
	No	1	3	5	9	14	13	11	13	9
Fodder crops (5)	Main	5	1	1	0	0	0	0	0	0
	Assist	0	3	3	1	0	1	1	0	0
	No	0	1	1	4	5	4	4	0	0
Vegetables, melons & potato (13)	Main	10	3	4	1	0	0	0	0	4
	Assist	2	8	4	4	0	0	1	1	1
	No	1	2	5	8	13	13	12	12	8
Fruits & grape (13)	Main	11	2	1	0	0	0	0	0	4
	Assist	1	9	5	5	0	1	2	2	2
	No	1	2	7	8	13	12	11	11	7
Cattle & cow (6)	Main	5	2	1	0	1	0	0	0	0
	Assist	1	4	4	1	0	1	1	1	0
	No	0	0	1	5	5	5	5	5	6
Sheep & goat (1)	Main	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Assist	0	1	1	0	0	0	0	0	0
	No	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pig (4)	Main	2	2	0	0	0	0	0	0	0
	Assist	2	2	2	1	0	0	1	1	0
	No	0	0	2	3	4	4	0	0	4
Poultry (12)	Main	5	6	0	1	1	1	0	0	0
	Assist	6	5	5	2	0	1	2	4	0
	No	1	1	7	9	11	10	10	8	12

8. Marketing of Farm Products in 2013

- (1) While a part of farm products is allocated for own consumption, a certain ratio of the products is marketed. Subsistence farming is not popular among the interviews. However, wheat which

is the most important staple food in Armenia is grown preferentially for fulfilling own needs by farmers in general cases.

- (2) Many interviewees produce chicken meat, eggs, alfalfa and wheat exclusively for own consumption. Several farmers cannot harvest fruits as they are still too young to get fruits.

Table A-17 Number of Farmers to Produce and Sale the Products in 2013

Products	Number of Farmers	
	Production	Sale
Wheat	15	11
Barley	2	2
Alfalfa	5	1
Potato	7	7
Sunflower	3	3
Tomato	5	5
Cabbage	3	3
Cucumber	5	4
Eggplant	1	1
Water melon	1	0
Strawberry	2	2
Grape	5	3
Apple	7	5
Apricot	1	0
Peach	5	3
Persimmon (new crop)	3	1
Pear (young trees)	1	0
Beef meat	5	5
Milk	4	3
Ram meat	1	1
Pork meat	4	4
Chicken meat	12	0
Egg	12	3

Note: Products from home-garden are not included

- (3) The interviewees sell their products mainly to middlemen. A small part of vegetables and fruits are also retailers directly. All grapes are sold to brewery companies, maybe under contract farming. The interviewees generally sell produced meats and eggs directly to consumers.

Table A-18 Buyers of the Products in 2013

Products	Major Buyer					
	Govt. or its agent	Company /Coop.	Middle-man	Exporter	Retailer	Consumer
Wheat	0	2	7	0	1	1
Barley	0	0	2	0	0	0
Alfalfa	0	0	0	0	0	1
Potato	0	0	5	2	0	2
Sunflower	0	1	2	0	0	0
Tomato	0	0	2	0	1	1
Cabbage	0	0	2	0	1	0
Cucumber	0	0	2	0	1	0
Eggplant	0	0	1	0	0	0
Strawberry	0	0	2	0	0	0
Grape	0	3	0	0	0	0
Apple	0	0	3	0	1	2
Peach	0	0	1	0	2	0
Persimmon	0	0	1	0	0	0
Beef meat	0	0	1	0	2	2
Milk	0	1	1	0	0	0
Ram meat	0	0	0	0	0	1
Pork meat	0	0	1	0	0	3
Egg 3	0	0	0	0	1	2

- (4) Most of the products are sold at farm-gate.
- (5) Small number of interviewees brings a part of their products, vegetables, i.e. fruits and meats to the nearest market. Most of the brought products are sold directly to consumers, while the farmers to sell the products usually get price information from middlemen.
- (6) According to self-declaration of the interviewees, averaged their selling prices of farm products (at farm-gate) are shown in Table A-21. The prices of vegetables and fruits fluctuate much, probably due to a seasonal factor and a quality factor.

Table A-19 Marketing Places of the Products in 2013

Products	Marketing Place			
	Farm-gate	Market /Bazar	Collecting point	Other
Wheat	10	0	0	1
Barley	1	0	1	0
Alfalfa	0	0	1	0
Potato	7	1	0	0
Sunflower	2	0	0	1
Tomato	3	1	0	0
Cabbage	3	1	0	0
Cucumber	3	0	0	0
Eggplant	1	0	0	0
Strawberry	2	0	0	0
Grape	0	0	0	3
Apple	3	2	1	0
Peach	2	1	0	0
Persimmon	1	0	0	0
Beef meat	3	2	0	0
Milk	2	0	0	0
Ram meat	1	0	0	0
Pork meat	3	1	0	0
Egg	3	0	0	0

Table A-20 Buyers and Price Information Sources in Direct Market Sales in 2013

Cases of Direct Market Sales	Buyers		Price Information Source	
	Consumer	Others	Middleman	Others
9	6	3	6	3

Table A-21 Farmers' Selling price of the Products in 2013

Products	(AMD/kg)	
	Price	Range
Wheat	142.3	100 - 200
Barley	145.0	140 - 150
Alfalfa	40.0	-
Potato	99.4	60 - 150
Sunflower	576.7	500 - 700
Tomato	142.5	100 - 200
Cabbage	136.7	80 - 180
Cucumber	63.3	30 - 130
Eggplant	50.0	-
Strawberry	400	300 - 500
Grape	141.7	135 - 150
Apple	175.3	150 - 250
Peach	120.0	50 - 160
Persimmon	200.0	-
Beef meat	1,980.0	1,900 - 2,000
Milk	140.0	130 - 150
Ram meat	1,500.0	-
Pork meat	2,325.0	1,800 - 3,000
Egg	53.3	50 - 60

9. Irrigation

- (1) The average irrigated farmland per interviewee is 2.98 ha. While many interviewees irrigate crops by basin or fallow irrigation method, interviewees in Armavir Marz have introduced a drip irrigation system.
- (2) The irrigated farmland area in Armavir Marz is remarkably bigger than the other 3 Marzes
- (3) There are 4 interviewees to install own irrigation tube-well and pump up water by electric motor in Armavir Marz.

Table A-22 Average Farmer's Irrigated Area by Types of Irrigation in ha in 2013

Irrigation	Marz				Total
	Aragatsotn	Shirak	Armavir	Tavush	
Basin or fallow	2.81	2.23	4.32	2.31	2.92
Sprinkler	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Drip	0.00	0.00	0.25	0.00	0.06
Total	2.81	2.23	4.57	2.31	2.98

- (4) A period possible to irrigate crops from the closest irrigation system differs from interviewee to interviewee. The period by Marzes are summarized in Table A-23. Amarbir Mrarz has a remarkable advantageous position in the irrigation period as well.

Table A-23 Irrigation Period of Canal Irrigation in 2013

Marz	Start (month)	End (month)
Aragatsotn	April	October
Shirak	June	Mid-September
Armavir	April	November
Tavush	Mid-April	September

- (5) There are 16 interviewees who can control irrigation timing and amount of irrigation water by them themselves. It seems that farmers have a certain level of free hand in managing own irrigation at the field level. In Tavush Marz, there are only 2 interviewees out of the 5 interviewees who can control irrigation water by them themselves. The all 4 interviewees who cannot control the irrigation water say that WUA is responsible for the water control.
- (6) There are 16 interviewees who receive irrigation water directly from an irrigation canal, while 4 interviewees (2 each in Aragatsotn Marz and Armavir Marz receive irrigation water only through the neighbor's field.
- (7) Many interviewees are satisfied with the irrigation service in terms of quantity and in quality, but the number is less in Tavush Marz.

Table A-24 Quantity and Quality of Irrigation Water in 2013

Marz	Number of Farmers	
	Enough Quantity	Good Quality
Aragatsotn	4	5
Shirak	5	5
Armavir	4	4
Tavush	3	2
Total	16	16

- (8) Amount of annual irrigation water charge per ha paid in 2013 varies among the interviewees, because a different amount is charged based on growing crops in accordance with the designated standard water requirement of the crops. The interviewee, who grows high water consuming crop such as vegetables, pays the higher charge.

Table A-25 Irrigation Water Charge in 2013

Marz	AMD/ha/year	
	Average	Range
Aragatsotn	48,250	20,000 – 73,000
Shirak	28,600	13,000 – 50,000
Armavir	60,600	43,000 – 81,000
Tavush	36,000	24,000 – 40,000
Total	43,105	13,000 – 81,000

10. Use of Farm Inputs

(1) Commercial Seeds/Seedlings

Commercial seeds/seedlings are widely used for potato, vegetables and other cereals (barley and sunflower), but rarely used for alfalfa and fruits.

Table A-26 Commercial Seeds/Seedling Use in 2013

Crop	No. of Answers	Use	No Use
Wheat	16	10	6
Other Cereals	4	3	1
Alfalfa	5	1	4
Potato	12	11	1
Vegetables & Melon	12	9	3
Fruits & Grape	13	3	10

(2) Organic Manure

Organic manure is used much for potato, vegetables and fruits. Cattle dung, which is major material of organic manure, is widely used for fuel source after drying in rural area, and farmers are not able to keep enough amount of cattle dung for making organic manure. Due to such situation, organic manure is used only for cash-income oriented crops.

Table A-27 Organic Manure Use in 2013

Crop	No. of Answers	Use	No Use
Wheat	16	5	11
Other Cereals	4	2	2
Alfalfa	5	0	5
Potato	12	7	5
Vegetables & Melon	12	9	3
Fruits & Grape	13	8	5

(3) Chemical Fertilizers

Chemical fertilizers are the most popular agricultural inputs, and they are widely used for all crops except for alfalfa.

Table A-28 Chemical Fertilizers Use in 2013

Crop	No. of Answers	Use	No Use
Wheat	16	13	3
Other Cereals	4	3	1
Alfalfa	5	2	3
Potato	12	11	1
Vegetables & Melon	12	8	4
Fruits & Grape	13	11	2

(4) Fungicides

While fungicides are the least popular chemicals among fungicides, insecticides and herbicide, they are widely used for potato, vegetables and fruits.

Table A-29 Fungicide Use in 2013

Crop	No. of Answers	Use	No Use
Wheat	16	8	8
Other Cereals	4	1	3
Alfalfa	5	1	4
Potato	12	11	1
Vegetables & Melon	12	9	3
Fruits & Grape	13	9	4

(5) Insecticides

Insecticides are widely used for all crops except for other cereals (barley and sunflower).

Table A-30 Insecticides Use in 2013

Crop	No. of Answers	Use	No Use
Wheat	16	11	5
Other Cereals	4	0	4
Alfalfa	5	4	1
Potato	12	12	0
Vegetables & Melon	12	11	1
Fruits & Grape	13	12	1

(6) Herbicides

Herbicides are also widely used for many crops, even not like insecticides.

Table A-31 Herbicide Use in 2013

Crop	No. of Answers	Use	No Use
Wheat	16	12	4
Other Cereals	4	3	1
Alfalfa	5	2	3
Potato	12	11	1
Vegetables & Melon	12	10	2
Fruits & Grape	13	9	4

(7) Farm Machinery

Farm machinery is commonly used for cereals, but not used much for other crops.

Table A-32 Farm Machinery Use in 2013

Crop	No. of Answers	Use	No Use
Wheat	16	10	6
Other Cereals	4	3	1
Alfalfa	5	2	3
Potato	12	5	7
Vegetables & Melon	12	2	10
Fruits & Grape	13	5	8

(8) Artificial Insemination

Artificial insemination is not popular among the interviewees.

Table A-33 Artificial Insemination Use in 2013

Crop	No. of Answers	Use	No Use
Cattle & Cow	6	2	4
Sheep & Goat	1	1	0
Pig	4	1	3
Poultry	11	1	10

(9) Commercial Feeds

Commercial feeds are also not popular. The interviewees usually feed animals on their own produced forage and collected grass hay, and graze animals during summer season.

Table A-34 Commercial Feeds Use in 2013

Crop	No. of Answers	Use	No Use
Cattle & Cow	6	2	4
Sheep & Goat	1	1	0
Pig	4	2	2
Poultry	11	5	6

(10) Vaccination

Vaccination is widely accepted by the interviewees, and almost livestock are vaccinated.

Table A-35 Vaccination Use in 2013

Crop	No. of Answers	Use	No Use
Cattle & Cow	6	6	0
Sheep & Goat	1	1	0
Pig	4	4	0
Poultry	11	9	2

(11) Animal Medicine

Animal medicine is also popular, and widely used except for poultry.

Table A-36 Medicine Use in 2013

Crop	No. of Answers	Use	No Use
Cattle & Cow	6	5	1
Sheep & Goat	1	1	0
Pig	4	3	1
Poultry	11	6	5

(12) Hormone Drug

Few the interviewees use hormone drugs for their animals.

Table A-37 Hormone Drug Use in 2013

Crop	No. of Answers	Use	No Use
Cattle & Cow	6	1	5
Sheep & Goat	1	1	0
Pig	4	1	3
Poultry	11	1	10

11. Procurement Source of Farm Inputs

- (1) While some interviewees procure commercial seeds/seedlings from private traders, they should be vegetables seeds/seedlings and fruits seedlings. Some interviewees also procure seeds from the government, maybe through the government supporting programs.
- (2) Some interviewees produce organic manure by them themselves, while some other interviewees buy the manure from market or neighbors.
- (3) Interviewees buy chemical fertilizers mainly through the government channel, and subsidiary buy from commercial traders. Many farmers in Armenia depend on the government supporting program to procure chemical fertilizers. However, due to inflexible system of the government program, such as pre-order sale for 1 year demand, farmers also buy chemical fertilizers from private traders when they suddenly need an additional application, even though the selling

price is higher than the government price.

- (4) In case of agro-chemicals, i.e. fungicides, insecticides and herbicide, interviewees buy the chemicals mainly from private traders. There is no government support program for agro-chemicals like chemical fertilizers. There are only two cases of agro-chemicals supply from research institutes. This is maybe the case for a pilot experiment before a full-scale introduction.
- (5) Interviewees buy commercial feeds mainly from private traders, while some interviewees buy from neighbors.
- (6) Many interviewees get a vaccination service from the government sector. Even not confirmed yet, there should be a government support program for vaccination. By contraries, interviewees mostly depend on private traders for procurement of animal medicine and hormone drugs.
- (7) Some interviewees have own farm machinery, while some other interviewees depend on farm machinery services from the private sector.

Table A-38 Procurement Source of Inputs in 2013

Inputs	Number of Answered Farmers				
	Self management	Govt. or State company	Research institute	Private or Market	Neighbors
Commercial seeds/seedlings	NA	6	0	8	1
Organic manure	8	0	0	5	3
Chemical fertilizers	NA	12	0	9	0
Agro-chemicals (pesticide, etc.)	NA	0	2	17	0
Artificial insemination	NA	0	0	2	0
Commercial feeds	NA	0	0	2	1
Vaccination service	NA	10	0	2	0
Medicine/hormone	NA	2	0	7	0
Machinery service	9	0	0	7	0

12. Possession of Farm Machinery and Facilities

- (1) Tractor is the most popular farm machinery. More than a half of interviewees have a tractor, and four of them have more than 2 tractors.
- (2) As for tractor implements, seeders and broadcasters (for fertilizers) are popularly used. However, every tractor owner necessarily doesn't have the implements. The number of mowers and balers is very small comparing the number of tractors.
- (3) Only two interviewees have a combine harvester.
- (4) Irrigation pumps and drip irrigation devices are usually combined for vegetables cultivation. Only 4 interviewees in Armavir Marz have the set.
- (5) As same as irrigation pumps and drip irrigation devices, greenhouse holders are concentrated in Armavir Marz, except for 1 interviewee in Aragats-otn Marz. It seems that a combination of irrigation pump, drip irrigation device and green house is widely introduces for vegetable cultivation in Armavir Marz.
- (6) Penetration rate of vehicles (truck or passenger car) is relatively high among the interviewees. There are 14 interviewees having either a truck or a passenger car. There are several interviewees to have more than 2 vehicles. It is interesting that all interviewees in Tavush Marz have a passenger car, though only they have a few number of farm machinery.

Table A-39 Number of Farmers Having Farm Machinery/Facility

Irrigation	Marz				Total Farmer	Total Unit
	Aragats-otn	Shirak	Armavir	Tavush		
Tractor	3	4	4	2	13	22
Seeder	1	4	3	2	10	10
Broadcaster (fertilizers)	1	2	3	0	6	6
Chemical sprayer	3	1	3	0	7	7
Harvester	0	1	1	0	2	2
Mower	0	1	0	0	1	1
Baler	1	0	0	0	1	1
Irrigation pump	0	0	4	0	4	5
Drip irrigation	0	0	4	0	4	5
Green house	1	0	5	0	6	8
Milking machine	0	0	0	0	0	0
Truck	2	3	2	1	8	11
Passenger car	2	2	2	5	11	15

13. Agricultural Technical Extension and Support Services in 2013

- (1) There are few interviewees experienced agricultural technical support services in 2013. It seems that the existing government agricultural extension system is not fully functioning at field level.
- (2) As for agricultural credit, there are 5 interviewees experienced in 2013. Out of the 5 interviewees, 2 are in Armavir Marz and 3 are in Tavush Marz. Though the credit users are located in only 2 Merzes, it is relatively a close supporting service to farmers.

Table A-40 Technical Extension or Support Services Experienced in 2013

Extension Service	Number of Farmers	
	Yes	No
Crop production	2	18
Vegetable production	1	19
Fruits/grape production	0	20
Animal husbandry	1	19
Food processing	0	20
Agricultural; credit	5	15

14. Problems of Farming

< Crop Farming >

- (1) The most serious problem to interviewees is marketing issues, such as low selling prices, highly fluctuated selling prices and difficulty in finding reliable and reasonable buyers. The next serious problems are crop damages of insects and diseases, and high prices of farm inputs.
- (2) Irrigation issues are categorized in the second group in the seriousness.
- (3) Interviewees are not seriously concerned about agricultural technology and information issues including their own skill and knowledge of farming. They are also not seriously concerned about land issues, though they are not fully satisfied with the present situation.
- (4) With respect to farm inputs issues, interviewees recognize that the high prices are more serious than the availability of the inputs.
- (5) Many interviewees consider that access to agricultural credit is not a serious issue for them.
- (6) There is no significant difference of farming issues between 4 Marzes according to answers from the interviewees. Unique farming issues of each Marz are summarized as follows.
 - a. Aragatsotn Marz

The interviewees recognize that access to agricultural credit is relatively serious comparing to the other Marzes

b. Shirak Marz

The interviewees recognize that small farmland and no good varieties of crops are relatively serious comparing to the other Marzes

c. Armavir Marz

The seriousness of marketing issues and high prices of farm inputs are remarkably high. Lack of man-power is also recognized seriously by many interviewees.

d. Tavush Marz

The interviewees don't care much about availability of farm inputs (easy access to Georgian market from Tavush Marz)

Table A-41 Seriousness of Problems and Constraints to the Farmers (Crop)
(the higher number is the more serious item)

Problems/Constraints	Seriousness Score				
	Aragats-otn	Shirak	Armavir	Tavush	Total
Technical information/services	4	3	3	5	15
Own skill & knowledge	0	0	1	2	3
Land size (need more land)	1	8	4	3	16
Land fertility	5	3	5	2	15
Salinity of land	1	2	2	1	6
Water shortage	4	3	5	3	15
Condition of irrigation facilities	6	6	7	4	23
Water conflict	6	6	6	4	22
No good varieties of crops	4	7	1	3	15
Pests & diseases	8	8	10	8	34
Availability of inputs	7	5	6	3	21
Inputs costs	4	6	9	8	27
Man-power	3	3	8	5	19
Availability of machinery/ mechanization service	4	5	3	3	15
Machinery/mechanization service costs	7	4	9	4	24
Conditions of storage facility	4	5	4	2	15
Means of transportation	3	2	4	2	11
Access to good market/buyers	4	6	10	7	27
Selling price is low	7	9	10	9	35
Market price stability (price fluctuation)	8	8	10	9	35
Access to credit	6	0	2	3	11

<Livestock Farming>

- (1) As same as crop farming, interviewees recognize marketing issues, i.e. low selling prices and highly fluctuated selling prices are the most serious.
- (2) The next serious problem recognized by interviewees is pests and diseases. However, they don't pay serious attention to availability of veterinary services (It may be possible that many interviewees breeding animals don't understand the importance of veterinary services, as majority of them are growing only chicken,)
- (3) Many interviewees consider that the both availability and high prices are serious issues with regard to livestock inputs.
- (4) High prices of animal feeds are also major issue for many interviewees. They also have a problem to secure grazing land. Stable feeding to livestock is also their serious problem.

Table A-42 Seriousness of Problems and Constraints to the Farmers (Livestock)
(the higher number is the more serious item)

Problems/Constraints	Seriousness Score				
	Aragats-otn	Shirak	Armavir	Tavush	Total
Technical information/services	2	3	0	0	5
Own skill & knowledge	0	0	0	1	1
Grazing land (no pasture)	2	6	1	1	10
Availability of feeds	1	3	0	1	5
Price of feeds	2	5	1	4	12
Water shortage (for animal)	2	0	0	1	3
Man-power	1	0	0	2	3
No good varieties of livestock	1	3	1	0	5
Pests & diseases	6	3	3	2	14
Availability of veterinary services	1	1	0	0	2
Availability of inputs	3	5	1	2	11
Inputs costs	3	5	0	3	11
Access to good market/buyers	2	6	0	3	11
Means of transportation	1	2	0	0	3
Selling price is low	5	8	0	5	18
Market price stability (price fluctuation)	4	7	0	5	16
Access to credit	4	2	0	1	7

15. Interested New/Advanced Farming Technology

- (1) Interviewees are very interested in organic fertilizers/manure production, hygiene for food processing and new high performance varieties (crops & livestock).
- (2) Many interviewees are not interested in the technologies related to livestock farming, may be due to less number of interviewees make an effort to breed animals. Interviewees are also not much interested in introduction of new crops/plants.
- (3) Relatively many interviewees are interested in technologies related to food processing and marketing. It is probably caused by the present situation that many farmers have difficulty to market their products. However, none of interviewees in Armavir Marz regard the food processing in their strategy to improving their livelihood (See Table A-9).
- (4) It is considered that many interviewees are more interested in adding value to their familiar crops than in introducing new crops to overcome the present difficulty in marketing.
- (5) Water saving farming system/facility is also attached a higher value by interviewees.

Table A-43 Interested New/Advanced Farming Technology

Technology	Number of Answered Farmers			Priority of the Interest
	Very high	High	No need	
New crops/plants	5	3	9	13
New high performance varieties (crop & livestock)	11	4	6	3
Crop rotation system	9	3	8	10
Water saving farming system/facility	10	3	6	5
Appropriate water management technique (e.g. rotational irrigation)	9	4	7	8
Greenhouse cultivation	6	8	3	9
Organic fertilizer/manure production	12	6	8	1
Biological pest control of crops	8	3	3	11
Silage technology (fodder)	2	8	10	14
Biogas production	5	6	13	12
Cold storage system (e.g. for vegetables/fruits/meat)	9	5	3	5
Food processing/preservation technique	8	7	4	5
Hygiene for food processing	12	4	5	2
Packing including package design	11	2	6	4

Appendix-B WUA ワークショップの結果

1. The 1st Workshop: Khoy WUA Group No.1 (Date: July 24, 2014)

The first workshop was held in “Khoy” WUA with the WUA members from two communities of Aragats and Tsahkalanj in Armarvir Marz. The outline of cropping in the communities is summarized in the following table.

Table B-1 Outline of Communities where the Participants belong (Khoy WUA No.1)

Name of Community	Irrigated Area by Crops (ha) in 2013							Register Farmland (ha)	% of Irrigation
	Wheat	Vegetables	Grape	Orchard	Perennial grass	Others	Total		
Aragats	97.0	64.0	106.0	117.0	7.0	196.0	587.0	452.7	129.7
(%)	(16.5)	(10.9)	(18.1)	(19.9)	(1.2)	(33.4)	(100.0)	-	-
Tsahkalanj	73.0	33.0	55.0	16.0	11.0	290.0	477.0	312.0	152.9
(%)	(15.3)	(6.9)	(11.5)	(3.4)	(2.3)	(60.6)	(100.0)	-	-

Source: PIU

The both communities are located in the Ararat Plain on the borders of foothills, and irrigated by the Lower-Hrazdan canal. The communities get irrigation water to cover more than their registered farmland area in cadaster in 2013. Wheat, vegetables and fruits (including grape) are well combined while livestock farming is not developed in the both communities. Potato and fodder cereals may be the majority of other crops. Forcing cultivation of vegetables by greenhouses or tunnel (vinyl film) cultivation is widely introduced among farmers.

There were 21 participants in the workshop. During the discussion of the workshop a lot of different problems were discussed based on the theme of the workshop. In the first part of it, participants were asked to write on papers the problems according to the subject “Farm income is not enough”. The farmers were encouraged to write as much problems as possible, and the participants were very active during this part. A problem tree as attached in Page B-5 of this report is made by arranging the problems raised by the participants for easy understanding the discussion.



After regrouping the problems raised, 10 major problem subjects were identified as follows:

- 1) **Marketing of products (the 2nd serious)**
- 2) **State extension & support (the 3rd serious)**
- 3) Irrigation system
- 4) Waste disposal to rivers
- 5) Water fee
- 6) **Shortage of water (the most serious)**
- 7) Credits
- 8) Soil fertility & quality of inputs
- 9) Seeds
- 10) Nuclear power plant

A lot of problems concerning the irrigation system were repeated by participants. The major issues mentioned were “irrigation water is not enough” and “bad condition of internal networks”. A long discussion was held about the irrigation water which quantity is reducing year by year. They mentioned fishery industry as one of the main reasons for water quantity reduction, and there are big water losses because of bad conditions of internal networks. Thus, participants consented that the “**shortage of water**” was in the first position according to seriousness of their problems.

The quality of irrigation water was also raised as an essential problem as it is being contaminated day by day because of garbage thrown into a river which brings water to irrigation canals. They talked about waste disposal problem as a very serious one as having very negative effect on water quality. They mentioned during the discussion the river water had been very clean many years before.

Several participants pointed out that the fee of irrigation water is high, and they included it as a problem though some of the farmers did not agree with their opinion. In fact irrigation fee is just difficult to pay as the farming income is not enough to cover all its expenses.

The problem of “**products marketing**” took the second position according to its seriousness. The main problems in the marketing of products were low price, bad conditions of roads and difficulty for farmers to enter the market. If middlemen buy the products at farm-gate, the price is low, but taking the products to the market has still some difficulties connected with transportation and distance. If the market is far from the community, it takes time for farmers to reach there and also they should stay in the market whole day until they sell all their products. As a result, the farmers lose a valuable time for working in their field and also spend for fuel. Consequently, a net profit from the sales becomes equal to the sales at farm-gate (This explanation implies that middlemen don't make an unreasonable profit as many farmers envisaged comparing to their responsibility).

The participants expressed the view that there is a complete absence of state extension service in agriculture. The subject of “**state extension**” held the third position according to its seriousness. They

kept complaining that the Government should provide consultancy for the cultivation technology of crops concerning the exact use of fertilizers, agro-chemicals (fungicide, insecticide, etc.), their dosage and frequency necessary for each crop. Another issue of this group is agricultural machinery – the farmers mentioned that there were only several old tractors in the communities.

The problem of credits was also emphasized as an obstacle for farm management. The farmers complained that an interest rate of agricultural loans is very high, and the loans are provided to the farmers with a short term period. This problem was also presented with a request that the credit redemption condition should start from the harvesting period.

The problems of soil fertility were actively discussed nearly by every participant. Within this problem the price and quality of fertilizers were mentioned. They were talking much about infertility of soil which is getting worse year by year again comparing with the past years. Some people used also a word of “soil productivity” together with “soil fertility” just meaning that the yield is not enough or is not much.

The participants also talked about the ingredients of agro-chemicals which do not correspond with the content inside on their opinion. In some cases the chemicals does not give any effect – this was the participants’ concern during this part of discussion. Special attention was paid to the problem which any insecticides do not help to control tomato insects which are very common within last 2 - 3 years. These insects spoil the tomato production completely and the specialists from the Ministry of Agricultural still cannot find out a proper solution/chemical to abolish the insects.

Vegetable seeds were also considered a core problem in farming in these two communities. Farmers complained of the high price of vegetable seeds. They also mentioned that the quality of only imported seeds from Netherlands is good enough comparing with those imported from other countries or produced in Armenia. They said that none of authorized body inspected the seeds before marketing.

And the last subject discussed was based on the problem of nuclear power plant. The participants expressed the opinion that the Metsamor Nuclear Power Plant had negative effect on the quality of crop. They meant that the quality of products near the area of the Plant is reduced because of the radiation spread. Actually, the radiation effect on the crops has not been confirmed yet scientifically. This problem is more based on rumors than on their experience. The negative side of this problem is the fact that a part of consumers is being influenced by the rumors mainly, and this might cause the reduction of vegetables sales from these communities near the Nuclear Power Plant.

As an outcome of workshop we can conclude that the farmers are not satisfied with the income they receive out of farming. Mainly all of them were eager to express their complaints with a future hope to get some assistance. Some of them would prefer to get answers for some issues just on the spot.

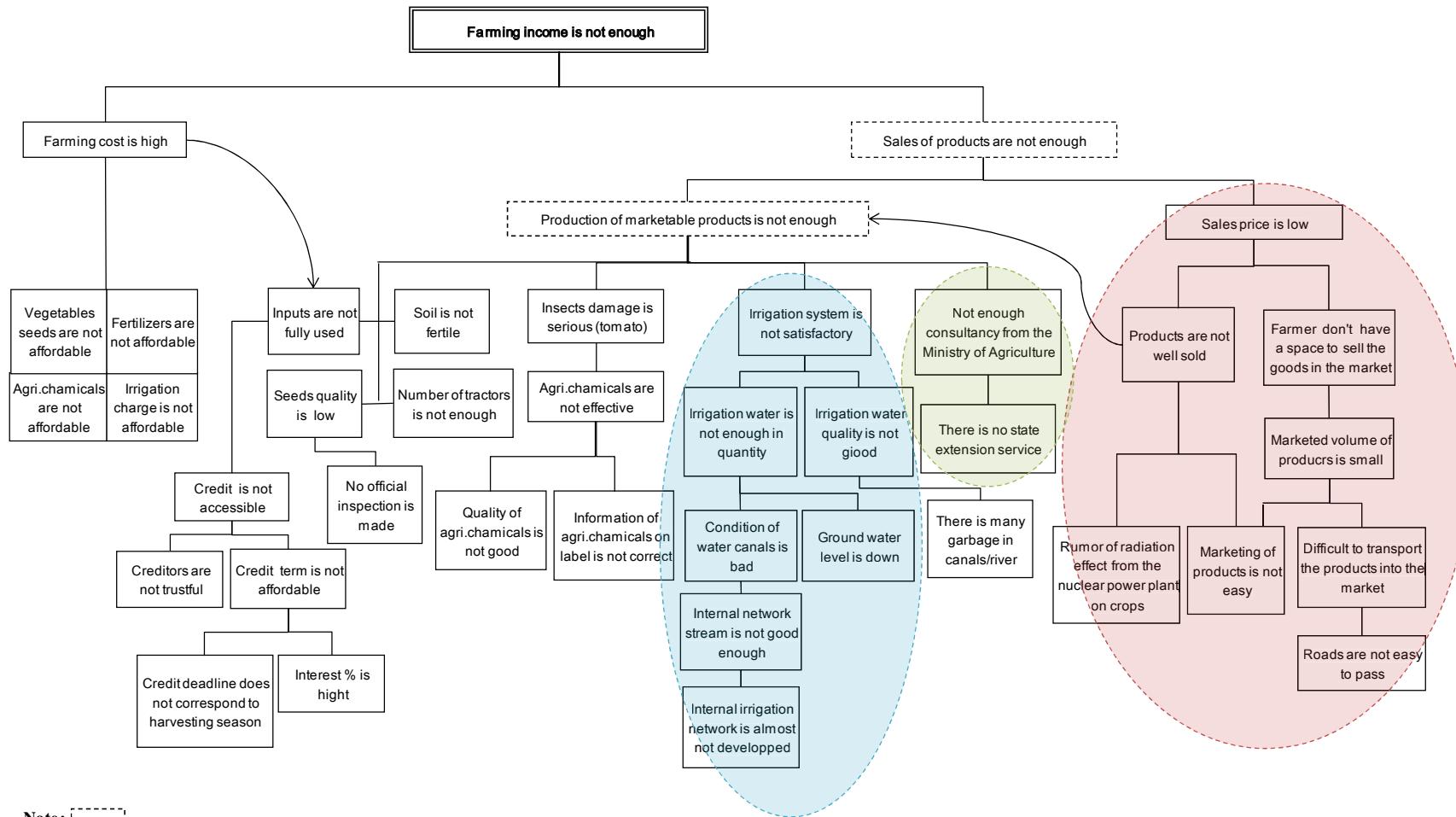
From the problems mentioned and the overall discussion, the impression was that farmers need a good organizer or a specialist who can provide technical consultancy for farming from the beginning of the

cultivation of crops up to harvesting. They mainly focused on irrigation and fertilizers/agro-chemicals problems as hindering crop cultivation which in fact directly effects on their farm income. Actually, all these problems are correlated to each other: low quality seeds - low quality fertilizers - infertile soil - low productivity x low selling price - low income and this circle is being continued for the next year as the low income does not give the possibility to hire tractors for soil cultivation, to buy good quality but expensive seeds, fertilizers/agro-chemicals, etc.

In the course of discussion in this workshop, problems connected with lack of government supports was highlighted both as requirement and as a wish of farmers. This kind of expectation to a sufficient degree of assistance from the Government might be a result of experience during the Soviet Union period when everything for the people was planned and the people were just implementers. Therefore, many farmers, especially in the elder generation, are not familiar with to plan and organize themselves.

Besides, it is necessary for the communities to have a cooperation mechanism in marketing the products, so that the community farmers don't have overproduction of some crops, can gain an advantageous bargaining position, etc. May be farmers will be able to solve several marketing issues by themselves with proper communication and coordination among them.

Problem Tree of Workshop in Khoy WUA Group No.1



Note: [-----]
While it was not raised by the participants, the JICA team added for easy understanding the logic of problem tree

Figure B-1 Problem Tree of Khoy WUA Group No.1

2. The 2nd Workshop: Khoy WUA Group No.2 (Date: July 25, 2014)

The second workshop was held in “Khoy” WUA with the WUA member from two communities of Samaghar and Haytagh in Armavir Marz. The outline of cropping in the communities is summarized in the following table.

Table B-2 Outline of Communities where the Participants belong (Khoy WUA No.2)

Name of Community	Irrigated Area by Crops (ha) in 2013							Register Farmland (ha)	% of Irrigation
	Wheat	Vegetables	Grape	Orchard	Perennial grass	Others	Total		
Samaghar	151.0	119.0	0.0	42.0	9.0	148.0	469.0	532.6	88.1
(%)	(32.2)	(25.4)	(0.0)	(9.0)	(1.9)	(31.6)	(100.0)	-	-
Haytagh	152.0	138.0	47.0	20.0	16.0	52.0	425.0	647.6	65.6
(%)	(35.8)	(32.5)	(11.1)	(4.7)	(3.8)	(12.2)	(100.0)	-	-

Source: PIU

The both communities are located in the Ararat Plain, and irrigated by the Lower-Hrazdan canal. The communities get irrigation water for less than their registered farmland area in cadaster, 88.1% and 65.6% respectively, in 2013. Vegetables may be major income source of farmers, while wheat is also widely grown. Fruits (including grape) and livestock farming are not popular. Forcing cultivation of vegetables by greenhouses or tunnel (vinyl film) cultivation is widely introduced among farmers. Many farmers also a drip-irrigation system by using small individual tube-well in combine with greenhouses.

There were 17 participants in the workshop. During the discussion of the workshop a lot of different problems were discussed based on the theme of the workshop. In the first part of it, participants were asked to write on papers the problems according to the subject “Farm income is not enough”. The farmers were encouraged to write as much problems as possible and the participants were very active during this part. A problem tree as attached in Page B-10 of this report is made by arranging the problems raised by the participants for easy understanding the discussion.



After regrouping all the problems raised, 9 major problem subjects were identified as follows:

- 1) **Irrigation Water (the most serious)**
- 2) **Marketing of the products (the 2nd serious)**
- 3) Fertilizers
- 4) **Tractors/Agricultural machinery (the 3rd serious)**
- 5) Agro-chemicals
- 6) State extension & support
- 7) Waste disposal
- 8) Fee for gas and electricity
- 9) Seeds

“Irrigation water” was the main topic of the workshop and took the first position according to the seriousness. Much time was devoted to the irrigation problems discussion and analysis as there were many problems concerning to irrigation system. There is much water loss, the condition of internal network was very bad and ground water from tube-well is reducing year by year. Also many participants were complaining about irrigation canals which are covered with grasses and full of garbage. During the discussion, nearly all the farmers said that irrigation water was not enough. While the condition of internal network is a core issue of the irrigation problems, this problem becomes more serious since last five years when the ground water level was reducing continuously, according to the participants. Besides, the quality of irrigation water is not good. Farmers face the problem of waste disposal which has turned to be a serious issue. The farmers informed that people threw the major part of garbage into rivers, and it caused contamination of irrigation canals which are usually the end point of the rivers. Irrigation problems were considered major reasons of low crop production which directly causes an insufficient farm income.

There is another major problem connected to **“marketing of the products”**. Low price of the products is in contrast to high price of seeds. The vegetable seeds are sometimes more expensive than the price of harvested crops themselves. Selling price of products is low, while many products are left unsold, especially during the peak harvesting season. Bad road condition makes farmers difficult to transport the products to the market. The participants hope that farmers would have a chance to export their products to improve the situation. But they don't see any assistance from the Government to promote the export.

Another serious problem is defined as **“tractors or agricultural machinery”** which is in the third position in the problem subjects according to its seriousness. The participants concentrated a lot on the fact that soil cultivation is not done properly because of absence of tractors, and again this reflects on low soil productivity. In case of existing tractors they are too old. Farmers complained high prices of spare parts of the tractors, but mostly it is even difficult to find them for purchasing. While many farmers have no tractors, the rental fee is also not affordable for them. It is difficult for farmers to pay for it.

Next problem concerns to fertilizers and agro-chemicals. Again the complaints were focused on the high prices and low quality. They mentioned that without fertilizers and agro-chemicals, they could not have a good crop production. They complain that the government doesn't take proper measures to control quantity of fertilizers and agro-chemicals in the market.

State extension service– it is also serious problem concerning to agriculture. The Government should provide the farmers with information about new crops and also with agro-chemicals, fertilizers, seeds, etc. They also wish that the government should create some opportunities for exporting the products. The farmers were complaining about credits mentioning that there is no appropriate agriculture credit scheme. They need long-term credits with low interest rates; the percentage of credits is very high comparing with their income. “Many farmers are disappointed in agriculture and they leave the country to find another job in other countries”- this was a very common statement expressed by the participants as a result of absence of state extension and support.

The next problem subject is gas and electricity fees, which are high and getting higher and higher periodically. The high prices create difficulties in crop production as gas and electricity are used much during cultivation crops in greenhouses.

Another problem subject in the discussion was the quality and price of seeds. Seeds – the price is very high and the quality is bad. Farmers have an opinion that vegetable seeds which were imported from Netherlands had very good quality several years ago. But now, the quality of these seeds has been reduced and the price has become higher. Now only the seeds imported from Israel have good quality, but they are very expensive and farmers cannot afford themselves to buy the seeds with such high price.

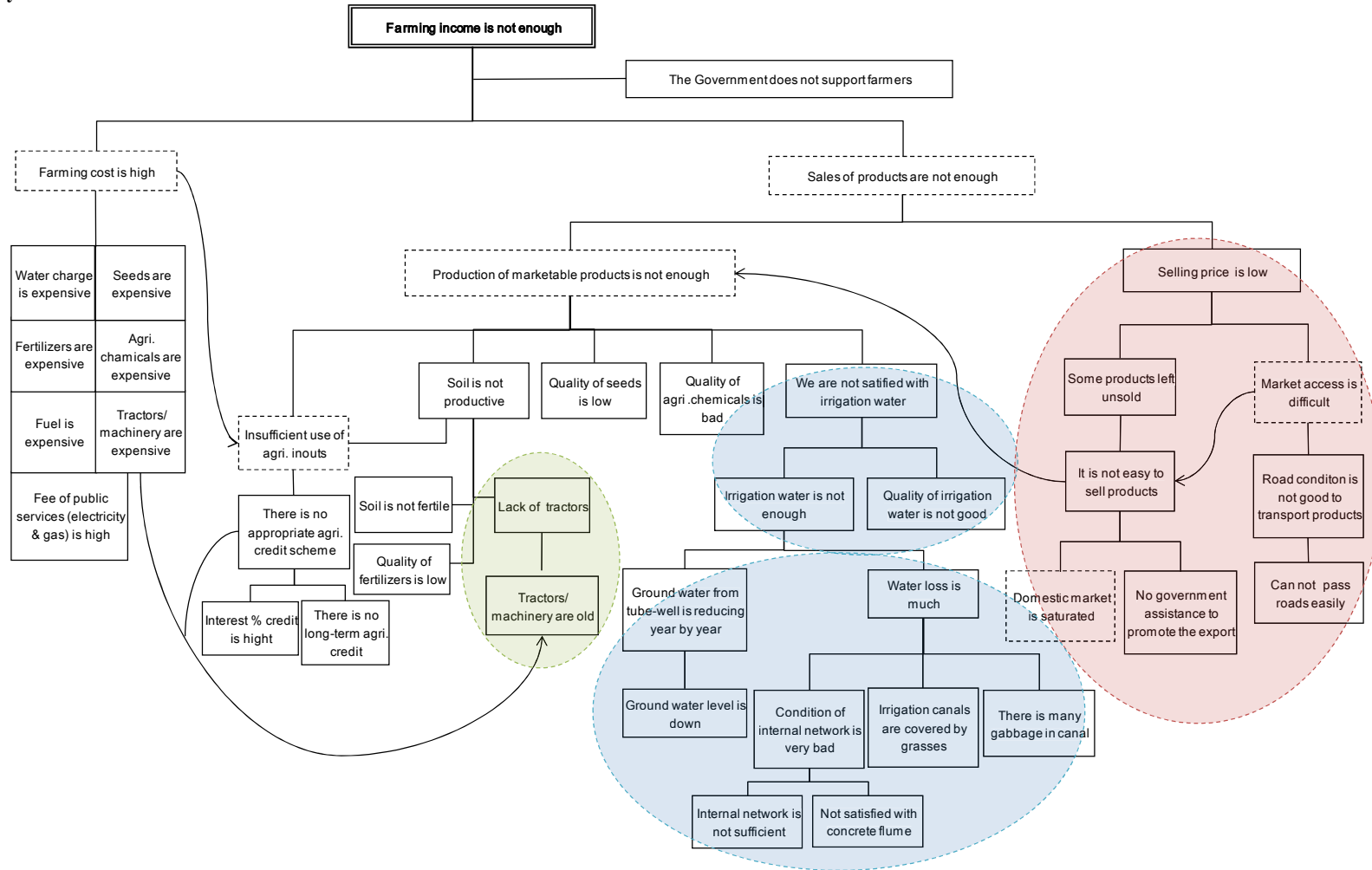
As a conclusion of this workshop we can understand that the problems are nearly the same as in the first workshops. Their complaints of high prices and quality of seeds, fertilizers, agro-chemicals, irrigation and tractors were considered the direct cause for having an insufficient inputs use and not enough income.

They also expressed much in complaints against the Government as dissatisfaction with the State extension service and support. The expectations to the Government concerned nearly all the problems mentioned above. Several opinions of the elder generation that everything has gone wrong after the collapse of the Soviet Union, and they have lost their hope and trust to get any kind of assistance from the authorities. On the other hand, they have abandoned the cooperative farming which prevailed during the Soviet Union time, and have completely shifted to individual farming to accommodate them to the new economy system.

The participants expressed a contradiction in their discussions during the workshop. They want to increase their crop production to increase their income on the one hand and have serious problem in marketing of their products on the other hand. They often face the problem of unsold products, especially in the peak harvesting season of vegetables. Seasonal overproduction of vegetables may be

an obvious core reason of the problem. However, nobody has a concrete idea to address the issue by themselves, while someone simply expresses a hope that the government should resume its intervention in marketing such as a state procurement with the fixed supporting price, or they will get good price if their products could be exported.

Khoy WUA No.2



Note: [Dashed box] While it was not raised by the participants, the JICA team added for easy understanding the logic of problem tree

Figure B-2 Problem Tree of Khoy WUA Group No.2

3. The 3rd Workshop: Aknalich WUA Group (Date: July 29, 2014)

The third workshop was held in “Aknalich” WUA with the WUA member from two communities of Taronik and Aratashen in Armavir Marz. The outline of cropping in the communities is summarized in the following table.

Table B-3 Outline of Communities where the Participants belong (Aknalich WUA)

Name of Community	Irrigated Area by Crops (ha) in 2013							Register Farmland (ha)	% of Irrigation
	Wheat	Vegetables	Grape	Orchard	Perennial grass	Others	Total		
Taronik	18.0	94.0	3.0	8.0	51.0	112.0	286.0	404.9	70.6
(%)	(6.3)	(32.9)	(1.0)	(2.8)	(17.8)	(39.2)	(100.0)	-	-
Aratashen	168.0	305.0	67.0	13.0	32.0	66.0	651.0	723.8	89.9
(%)	(25.8)	(46.9)	(10.3)	(2.0)	(4.9)	(10.1)	(100.0)	-	-

Source: PIU

The both communities are located in the Ararat Plain, and should be irrigated mainly by pumped-up river water through the Aygr Lich canal. However, the WUA area has not received water through the canal since last 4 years. Then, farmers in the communities totally depend on ground water for irrigating their farmland at present, according to “Aknalich” WUA office. The communities get irrigation water for less than their registered farmland area in cadaster, 70.6% and 89.9% respectively, in 2013. Vegetables occupy the largest cropped area, while perennial grass (alfalfa) and wheat are the second in Taronik and Aratashen, respectively. Forcing cultivation of vegetables by greenhouses or tunnel (vinyl film) cultivation is very popular among farmers. Many farmers also have a drip-irrigation system by using small individual tube-well in combine with greenhouses. The drip-irrigation system technology was introduced by the Millennium Challenge, an American Cooperation Program; about 5 years ago according to the participants.



There were 21 participants in the workshop. During the discussion of the workshop a lot of different problems were discussed based on the theme of the workshop. In the first part of it, participants were asked to write on papers the problems according to the subject “Farm income is not enough”. The farmers were encouraged to write as much problems as possible and the participants were very active

during this part. A problem tree as attached in Page B-15 of this report is made by arranging the problems raised by the participants for easy understanding the discussion.

After regrouping all the problems raised, 8 major problem subjects were identified as follows:

- 1) Fertilizers and agro-chemicals
- 2) **Irrigation water (the most serious)**
- 3) **Marketing of the products (the 2nd serious)**
- 4) **Seeds price and quality (the 3rd serious)**
- 5) Tractors/Agricultural machinery
- 6) Soil fertility
- 7) State extension & support
- 8) Crop rotation

“Irrigation water” is the most serious problem subject. Nearly all participants mentioned irrigation as one of the most important problems which they are eager to be solved. There is shortage of irrigation water, and this problem leads to many other problems concerning to crop production. It is very difficult for farmers to have good products without stable irrigation water. The participants stressed that condition of internal networks was very bad. Because of the bad condition of internal networks, there are much losses of irrigation water. Consequently, quantity of irrigation water isn’t enough. The issue is very crucial especially at the ending points of irrigation system where irrigation water does not reach to farmland. Farmers reported this issue to the Ministry of Agriculture and also to the Government, but still there isn’t any answer or any support on this matter. The director of Aknalich WUA was also very concerned with this issue. This problem is partly caused by the fishery industry which is developed around these communities in Armavir Marz, since farmers in the communities much depend on ground water for supplemental irrigation. Even though farmers made a request to control the water use of the fishery industry, an effective measure has not been taken yet with some reasons, according to the participants.

“Marketing of the products” is the second serious problem subject. Selling price of crops is very low, instead of higher seeds price than the selling price of crops. The participants said that farmers had to work from early morning till late night to cultivate soil due to the low selling price of crops, but even so they don’t have enough income from their crops at present (However, it seems that many farmers still keep a certain profit from vegetables even the profitability is getting worse). The participants hope a government support to marketing of their products in order to increase their income. They stressed that Armenian were very hardworking people, and they could grow various kinds of crops with more quantity if they were able to sell their entire product as they could during the Soviet Union time. There are some factories which buy the products from farmers, but they don’t pay money to the farmers on due time. The farmers don’t have agreements with the factories and cannot negotiate the price with them before selling. Moreover, the selling price to the factories is too low to get enough profit. While

the only accessible exporting country for them is Georgia, the export taxes and levies are very high. In the Soviet Union times, if a farmer had a land of 1000 m², he/she used to get more income than the present income from 1ha of land. Bad condition of rural roads also makes difficult transporting the products. This issue was discussed much as a hindering circumstance in the marketing of the products.

“Seeds price and quality” is the third serious problem subject. The main issue is the high price (of vegetable seeds) which is not affordable for many farmers in fact. Nearly all the farmers are complaining about this issue. And the quality of seeds, even in case of high price, is not good enough. So, the productivity of crops is low. Without having good seeds farmers can't have high crop production in good quality. As a result, their income won't be enough. The farmers want a state support for solving this problem.

In the other concerned problem subject were about fertilizers and agro-chemicals. The price of the inputs is not affordable to the farmers. Farmers had also large crop losses because of bad quality and suspicious origin of fertilizers and agro-chemicals sold in the market in recent years. The low quality of fertilizers and agro-chemicals has a negative influence on crop production. In some cases they are out of date and do not give any effects to the crop. There were also farmers who complained a special disease of tomato for which they haven't known any protection measures yet. Agro-chemicals which are offered by the Government do not help to overcome the disease, and they still look for a new treatment method. Because of this disease people have started to shift tomato cultivation to other crops.

The Government imports a certain quantity of inspected fertilizers from abroad, and sells them through an authorized marketing channel for supporting farmers. Some farmers say that farmers who have many hectares of land much enjoy the government fertilizers, though the government support is helpful to all farmers. Fertilizers which are sold by the Government are limited in quantity, and also the payment for them should be made in cash at once which is a difficulty for many farmers. Farmers would prefer to have some crediting system for buying fertilizers and agro-chemicals.

Tractors/agricultural machinery are another problem subject which hinders the development of agriculture in the communities. The farmers are willing to have appropriate agricultural machinery by themselves. Many of them, however, should hire machinery from villages nearby, and the rental fee is not affordable. This is a very essential issue to farmers, but the government doesn't pay much attention on this matter. Number of tractors in the communities is not enough. Moreover, the existing tractors and other machinery are so old. Even though they are being out of order very frequently, farmers haven't enough money for buying new spare parts for them. Because of the lack of machinery there are many hectares of land which are left uncultivated. The fuel price is also very high and it hinders full operation of tractors.

Soil fertility is one of problems which were discussed during the workshop. Actually, the soil becomes infertile in recent years. This degradation of soil is increasing continuously. If the Government does not

provide proper consultancy on this issue or does not take special steps to solve the problem, it will cause big losses to the crops yield.

Concerning to the soil degradation, we came across with an issue of crops rotation in the workshop. This problem was mainly discussed while confirming a cropping calendar of the communities. During discussion about the crop rotation, farmers focused on the problem that they should keep wheat cultivation every year in order to secure their bread. If they grow another crop, for example vegetables, they can't earn as much money as they need to buy the bread, according to their explanation. Though they do not have enough yield of wheat by a continuous cultivation, they keep growing wheat. The participants also say that they need a technical consultancy to introduce a proper crop rotation in their farm management.

In the problem subject of state extension and support, there were a lot of discussions about an agricultural credit. It was mentioned that there is no appropriate agricultural credit scheme supported by the Government. The banks provide loans to farmers with short term redemption which is not suitable for them. The interest rates are also high. They wish to have a more friendly credit scheme to them with low percentage of interest and long redemption period. As mentioned above, farmers need a consultancy service for effective use of fertilizers, agro-chemicals, tractors, etc. They expect a comprehensive technical support concerning farm management. The ones having greenhouses wanted to have a support concerning an innovated greenhouse farm management.

As an outcome of this workshop we understood that the problems were nearly the same as in other workshops. Here we had farmers who were very anxious about irrigation problem as their lands were located in the ending points of the irrigation scheme, and they didn't get water at all. Everybody pointed out the importance of irrigation water for the cultivation of crop. Lots of complaints were concerning to the high prices of inputs and low price of the products. As same as the previous workshop, the participants made a contradictory discussion in that they wanted to increase their production on the one hand, they complained marketing issues about low price and unsold products on the other hand. Then, they simply expect a Government intervention in marketing as the Soviet Government did, without understanding what the real marketing under the free-market system is.

4. The 4th Workshop: Yeghvard WUA Group (Date: July 30, 2014)

The fourth workshop was held in “Yeghvard” WUA with the WUA member from Kasaak community and Proshyan community in Kotak Marz. The outline of cropping in the communities is summarized in the following table.

Table B-4 Outline of Communities where the Participants belong (Yeghvard WUA)

Name of Community	Irrigated Area by Crops (ha) in 2013							Register Farmland (ha)	% of Irrigation
	Wheat	Vegetables	Grape	Orchard	Perennial grass	Others	Total		
Kasaak	68.0	20.0	5.0	55.0	42.0	110.0	301.0	634.0	47.5
(%)	(22.6)	(6.6)	(1.7)	(18.3)	(14.0)	(36.9)	(100.0)	-	-
Proshyan	4.0	7.0	63.0	139.0	104.0	19.4	336.4	1,139.7	29.5
(%)	(1.2)	(2.1)	(18.7)	(41.3)	(30.9)	(5.8)	(100.0)	-	-

Source: PIU

The both communities are located at foothills of Arayiler mountain, and irrigated by the Arzni Branch canal. The communities get irrigation water far less than their registered farmland area in cadaster, 47.5% and 29.5% respectively, in 2013. Wheat, Fruits (including grape) and Livestock are well combined in Kasaak community, while wheat is not popular in Proshyan community. Comparing to the other 3 groups participated in the previous workshops, the communities much depend on fruits production and livestock farming, and vegetables growing is not so popular except for own consumption purpose.

There were 23 in participants in the workshop. During the discussion of the workshop a lot of different problems were discussed based on the theme of the workshop. In the first part of it, participants were asked to write on papers the problems according to the subject “Farm income is not enough”. The farmers were encouraged to write as much problems as possible and the participants were very active during this part. A problem tree as attached in Page B-20 of this report is made by arranging the problems raised by the participants for easy understanding the discussion.



After regrouping all the problems raised, 10 major problem subjects were identified as follows:

1) Irrigation system (the 2nd serious)

- 2) **Soil fertility (the 3rd serious)**
- 3) **Marketing of the products (the 3rd serious)**
- 4) Less inputs/Financial problems
- 5) Insurance
- 6) Tractors
- 7) New technologies
- 8) Fertilizers/Agro-chemicals
- 9) **Seeds price and quality (the most serious)**
- 10) Loans/Credits

This was the fourth and the last workshop, and contents of the discussions were a little bit different from the other three workshops due to farming condition of the target communities, while contents of problems raised by the participants were basically as same as the other workshops.

In this group, **“seeds price and quality”** was the first critical problem subject. The main problems were again here high price and bad quality of seeds. The participants mentioned that the wheat seeds imported from Russia during last three years were very bad in quality. There are many seeds imported from other countries, but they are not appropriate to the conditions/soil of Armenia, according to the participants. The farmers really need seeds in good quality for wheat and also for vegetables.

“Irrigation system” was the second serious problem subject. Almost all the participants were complaining about irrigation water. Ground water isn't used properly and internal canal networks are in very bad condition which causes much water loss. In Proshyan community the irrigation water quantity is very low. The cultivated crops and orchards are dried because of less irrigation. The irrigation water is too less to cultivate lands. This is a priority problem and the farmers need it to be solved very quickly. Many participants said that they want to grow grapes and fruits much if they could get enough irrigation water.

The next serious problem subject was connected with **“soil fertility”**. The participants stressed that the soil in this area is infertile and the productivity is low. Also, they mentioned that irrigation water was easily absorbed into soil due to the nature of soil structure. The water retaining capacity of soil is very poor in this area.

The problem with tractors was similar to the other communities in the previous workshops. The complaints are that the existing tractors are very old, and it's very difficult to cultivate soil properly without good conditioned machinery. They also mentioned about some specialized tractors for cultivating orchards.

Concerns to **“marketing of the products”** which was also the third serious problem subject in the communities, we see that again sales of products were difficult. Consequently, farmers cannot manage

to cover all the farming costs with their farm income, as the cultivation expenses which include fee for electricity/gas, fuel and various inputs exceed the farm income.

Comparing with times of the Soviet Union, production of grape which is a very common crop in this area has reduced much due to lack of good buyers, i.e. processing factories. Now, there is only one wine factory nearby and almost of the entire grape produced is sold to this factory. Though farmers need a lot of works for grape cultivation, the price is low at present. Therefore, many people have shifted from grape to wheat, as wheat is easy to grow and does not demand much water. Moreover, farmers often cannot sell produced crops completely. There are no means to keep/storage the crops, and investment for facilities to process the unsold crops is not enough as well. Farmers wished to have more plants for drying fruits, especially for apricot and plum. Many participants also stressed that rural road was in a bad condition to transport their products.

The participants also discussed an issue of introducing new technologies – dripping system which can be in new orchards because it won't be possible to install in old orchards. They also pointed out the need to change irrigation system from pump station irrigation to gravity flow.

During the regrouping problems of fertilizers and agro-chemicals, the quality of agro-chemicals and price of fertilizers were discussed much. There were also common opinions that many agro-chemicals have been out of date and do not have any effect at all.

In this workshop, a problem of insurance was also stressed. They complained that there were no anti-hailing systems in their communities, and the farmers didn't have any insurance preparing for the natural disaster. In general, there isn't any kind of agricultural insurance at present. And the last problem subject discussed in the workshop was agricultural credits. The problems were the same as the previous workshops that the interest rates are high and the redemption period is short in general. There was one participant who mentioned that a credit is provided with foreign currency (He is actually afraid of an additional burden due to the devaluation of Armenian currency).

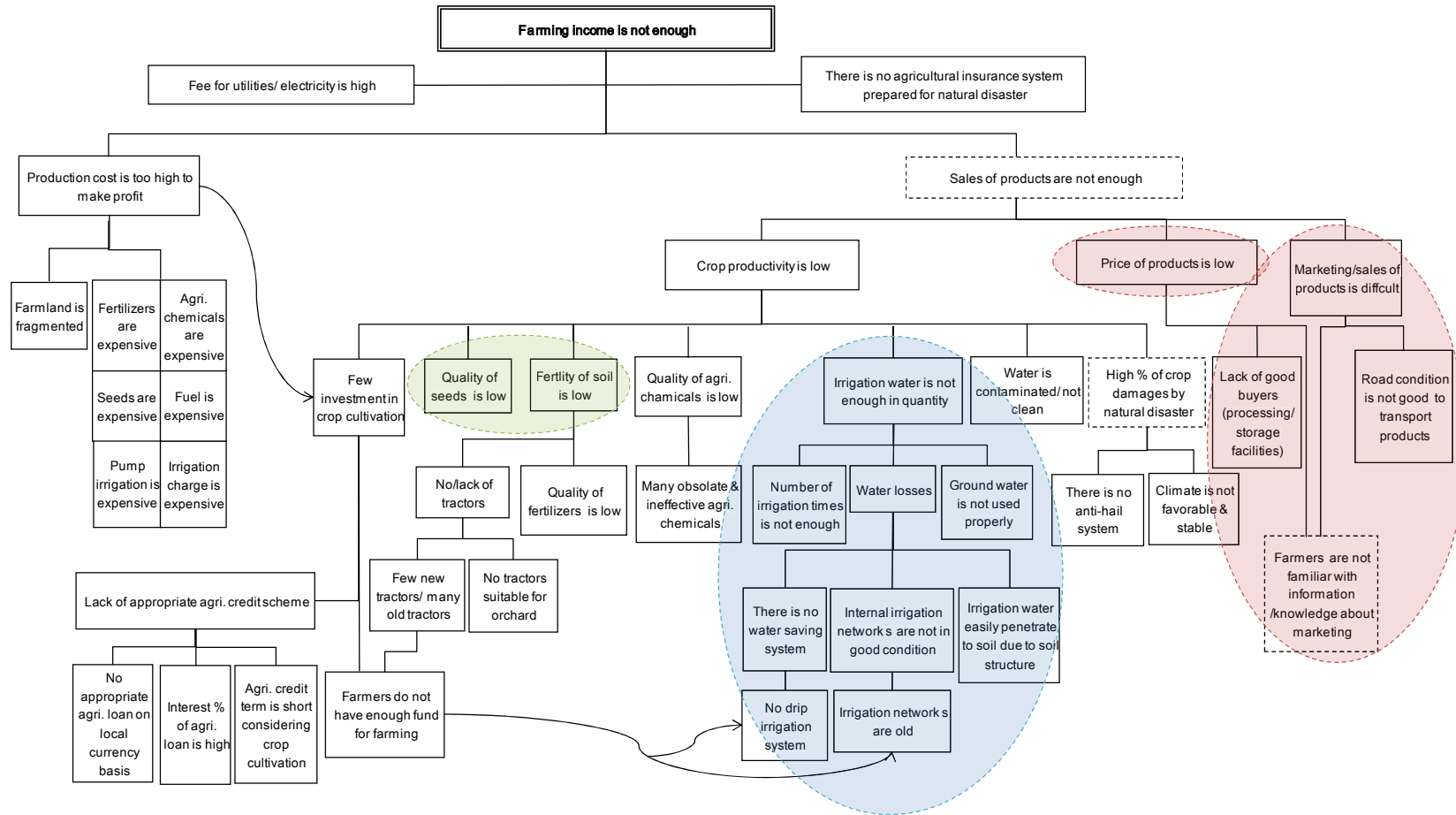
It was very interesting that the participants was not strongly concerned to irrigation issues comparing to the other 3 groups, even though this group suffered much from the shortage of irrigation water according to the collected information. It may be because of farming condition in the communities, and many farmers manage their farming based on the assumption that irrigation water is always not enough. Their interest in farming is much on fruits (including grape) growing and livestock, instead of vegetables, probably due to their experience and agro-environmental condition of the communities.

As same as the other groups, marketing is one of the serious issues. However, it seems that nobody has a concrete idea to overcome the present situation other than restoring a similar system in the Soviet Union time with nostalgic eyes, also as same as the other groups. Though it is unfair for farmers that they get the much blame for such situation, they should understand that they will change their attitude on marketing by themselves to address the present issues.

<Note>

There are several participants who grow crops in the site of Yeghvard Reservoir at present. According to them, there are about 10 - 15 farmers to grow crops, mainly wheat, every year in about 20 ha of land in the site. They clearly mentioned that all farmers recognize the present cultivated land in the site is under property of the Government, and are ready to leave from the land without claiming their rights after starting the construction of Yeghvard Reservoir, since they are expecting benefit from the reservoir. Actually, they have only marginal production from the land, because of poor soil condition after removing fertile surface soil for the previous dike construction.

Yeghvard WUA



Note: [Dashed box]

While it was not raised by the participants, the JICA team added for easy understanding the logic of problem tree

Figure B-4 Problem Tree of Yeghvard WUA Group

5. Cropping Calendar

Table B-5 Crop Calendar in Yeghvard Irrigation Project area
(based on outputs from WUA workshops)

Crop	Month												Yield (ton/ha)
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
Wheat (Hilly area)													2.0-2.5
Wheat (Plain area)													3.5
Barley													1.5-2.0
Alfalfa (6-7 years)													(6 times)
Potato (1st & 2nd)													(5 - 6 times) (7 - 10 times)
Cabbage (1st Tunnel)													50.0-60.0 Seedling
Cabbage (2nd)													70.0-80.0
Cabbage (3rd)													(every 7 - 10 days)
Cucumber (1st)													20.0-30.0
Cucumber (2nd)													(every 2 days)
Tomato (Green house)													100.0
Tomato (Open)													(every 3 - 4 days)
Papper (Green house)	Same as Tomato												50.0
Papper (Open)	Same as Tomato												35.0
Egg plant (Green house)	Same as Tomato												40.0-50.0
Egg plant (Open)	Same as Tomato												35.0-40.0
Onion													(about 20 times) Seedling
Water melon													60.0
Strawberry (Tunnel) (2-3 years)													(every 2-3 days) (20 times)
Herbs (Green house & Open)													(2 - 3 times /month)
Apple (about 30 years)													(12 times new trees, 7 times adult trees)
Grape (50-60 years)													(12 times new trees, 6 times adult trees)
Apricot (about 60 years)													(5 - 6 times)

Appendix-C 農業関連情報

- C-1 National Land Use (2008-2012)
- C-2 Population in Armenia (2001-2013)
- C-3 The number of agricultural households and agricultural lands by Marzes (As of 1st January, 2006)
- C-4 Harvested Area of Major Crops (ha), 2000 & 2008-2012
- C-5 Production of Major Crops (ton), 2000 & 2008-2012
- C-6 Yield of Major Crops (ton/ha), 2000 & 2008-2012
- C-7 Harvested Area and Volume of Water for Irrigation (2008-2012)
- C-8 Production of Major Crops by Marzes (Ave. of 2009-2013)
- C-9 Number of Beef Cattle by Marzes (2009-2013)
- C-10 Number of Milk Cows by Marzes (2009-2013)
- C-11 Number of Sheep & Goats by Marzes (2009-2013)
- C-12 Number of Pigs by Marzes (2009-2013)
- C-13 Number of Poultry by Marzes (2009-2013)
- C-14 Marketed Meat (Live animals) by Marzes (2009-2013)
- C-15 Marketed Meat (Live animals) by Categories of Meat (2009-2013)
- C-16 Milk Production by Marzes (2009-2013)
- C-17 Egg Production by Marzes (2009-2013)
- C-18 Per-capita Calorie Intake (Kcal/day)
- C-19 Per-capita Food Supply by Food Groups (kg/year)
- C-20 Import of Agricultural Products (2008-2012)
- C-21 Export of Agricultural Products (2008-2012)
- C-22 Distribution Plan of Seeds by the Government Programs in 2013
- C-23 Distribution Plan of Fertilizers by the Government Programs in 2014
- C-24 Number of Tractors & Combine Harvesters in Operation and Farmland Area in 2013
- C-25 Price of Agricultural Machinery Service (as of Aug. of 2014)
- C-26 Leading Agribusiness Companies in Armenia
- C-27 Volumes of Vegetables, Fruits and Grape Purchased by Processing Enterprises (1998-2009)
- C-28 Processing Volumes of Vegetables, Fruits and Grape Products in Armenia
- C-29 Farm-gate Price of Major Farm Products (Last 1 year)
- C-30 Outline of WUAs in Armenia
- C-31 WUA Organization Chart
- C-32 State Agricultural Collages under the Ministry of Agriculture
- C-33 Agricultural Consultancy Services provided by ASMC/ASRC in 2013
- C-34 Agricultural Loans provided by the 3 Private Banks (2000-2014)

Appendix C-1 National Land Use (2008-2012)

Land Use Type		2008	2009	2010	2011	2012
Area (x 1,000 ha)						
1	Agricultural Land	2,121.2	2,120.3	2,100.9	2,077.0	2,052.4
	(1) Arable land	450.4	449.4	448.5	449.2	448.4
	(2) Perennial crops land	31.6	32.6	32.9	33.0	33.4
	(3) Hayfield	127.3	127.3	127.1	128.3	121.6
	(4) Pastures	1,117.1	1,116.6	1,104.3	1,067.2	1,056.3
	(5) Other	394.8	394.4	388.1	399.3	392.7
2	Forest land	369.8	369.8	369.1	343.1	334.2
3	Settlement & industrial use	180.4	181.0	183.8	185.2	185.2
4	Special nature protected territories	229.7	229.9	249.4	298.0	331.9
5	Others	73.2	73.3	71.1	71.0	70.6
6	Total	2,974.3	2,974.3	2,974.3	2,974.3	2,974.3
Area (%)						
1	Agricultural Land	71.3	71.3	70.6	69.8	69.0
	(1) Arable land	15.1	15.1	15.1	15.1	15.1
	(2) Perennial crops land	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
	(3) Hayfield	4.3	4.3	4.3	4.3	4.1
	(4) Pastures	37.6	37.5	37.1	35.9	35.5
	(5) Other	13.3	13.3	13.0	13.4	13.2
2	Forest land	12.4	12.4	12.4	11.5	11.2
3	Settlement & industrial use	6.1	6.1	6.2	6.2	6.2
4	Special protected territories	7.7	7.7	8.4	10.0	11.2
5	Others	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4
6	Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Source: Statistical Yearbook of Armenia, National Statistical Service of RA

Appendix C-2 Population in Armenia (2001-2013)

Year	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Population (x1000)	3215.3	3212.9	3210.3	3212.2	3215.8	3219.2	3222.9	3230.1	3238.0	3249.5	3262.6	3021.4

Note: Only data in 2001 and 2012 are based on the population census. Other data are estimated.

Source: Statistical Yearbook of Armenia, National Statistical Service of RA

Appendix C-3 The number of agricultural households and agricultural lands by Marzes (As of 1st January, 2006)

Marz	Farm-household	Agricultural lands (ha)	Including (ha)				Average land/farm-household (ha)
			Annual crops	Perennial plants	Grass land (harvested)	Pasture (grazing)	
Yerevan	10	122	80	30	12	-	12.20
Aragatsotn	37,165	58,159	47,710	4,956	2,351	3,142	1.56
Ararat	53,475	33,110	23,534	8,190	816	570	0.62
Armavir	50,347	47,677	34,503	12,575	599	-	0.95
Gegarkunik	52,130	83,979	63,898	119	17,032	2,930	1.61
Lori	32,559	63,732	41,222	1,029	21,481	-	1.96
Kotayk	37,620	41,649	30,142	3,946	5,839	1,722	1.11
Shirak	28,156	66,609	63,780	25	2,804	-	2.37
Syunik	13,034	40,101	35,691	789	3,621	-	3.08
Vayots Dzor	12,827	16,052	12,872	1,002	2,168	10	1.25
Tavush	21,953	34,399	21,831	4,539	5,623	2,406	1.57
Total	339,276	485,589	375,263	37,200	62,346	10,780	1.43

Source: The Ministry of Agriculture, RA

Appendix C-4 Harvested Area of Major Crops (ha), 2000 & 2008-2012

Crop	2000	2008	2009	2010	2011	2012
Wheat	106,440	92,810	88,530	86,574	77,806	93,476
Barley	47,100	66,260	66,511	60,954	67,873	65,135
Other cereals	3,045	10,935	8,973	8,138	13,159	11,661
Pulses	2,024	2,199	2,053	1,874	1,952	2,005
Potatoes	34,202	34,298	31,998	28,326	28,665	31,243
Tomatoes	5,588	6,257	6,231	6,517	6,837	6,260
Watermelons	3,386	5,446	6,163	4,470	5,764	5,128
Cabbages and other brassicas	3,083	3,418	3,070	3,217	3,453	3,498
Cucumbers and gherkins	2,500	2,339	2,549	2,237	2,548	2,360
Onions, dry	1,946	2,487	2,085	1,869	1,961	1,901
Other vegetables	6,924	9,716	9,978	9,618	10,114	10,990
Sugar beet	50	2,000	600	1,700	3,600	4,000
Tobacco, unmanufactured	2,528	170	297	417	614	667
Forage crops	190,670	200,742	200,866	200,622	200,820	200,701
Grapes	14,571	14,390	14,292	14,613	14,478	15,723
Apples	5,959	8,298	8,811	9,321	8,962	9,583
Apricots	3,300	8,140	7,808	7,928	7,739	8,221
Peaches and nectarines	3,267	4,269	4,283	4,317	4,509	4,434
Other fruits	9,111	9,501	9,714	9,856	9,865	10,730
Tree-nuts	NA	1,462	1,557	1,520	1,530	1,530

Source: FAOSTAT

Appendix C-5 Production of Major Crops (ton), 2000 & 2008-2012

Crop	2000	2008	2009	2010	2011	2012
Wheat	181,561	225,734	198,080	183,464	224,082	243,130
Barley	32,944	149,091	145,141	118,574	178,226	170,118
Other cereals	6,314	34,357	25,856	19,916	33,162	37,801
Pulses	3,863	6,171	5,783	4,469	5,201	5,063
Potatoes	290,260	648,562	593,551	481,956	557,322	647,201
Tomatoes	143,667	293,784	278,582	251,916	275,470	265,174
Watermelons	52,844	182,159	216,101	132,506	180,879	205,078
Cabbages and other brassicas	51,540	122,702	115,889	114,279	128,459	131,785
Cucumbers and gherkins	30,000	81,819	80,944	63,282	73,678	74,470
Onions, dry	31,328	61,449	50,416	38,282	40,576	44,527
Other vegetables	119,180	265,644	294,044	239,915	269,033	333,107
Sugar beet	800	30,000	10,000	26,000	56,500	60,000
Tobacco, unmanufactured	4,577	538	1,055	1,376	2,386	1,817
Forage crops	2,558,400	2,518,263	2,517,820	2,512,518	2,510,218	2,512,737
Grapes	115,841	185,832	208,649	222,905	229,589	241,429
Apples	23,230	117,199	120,844	56,487	77,602	110,289
Apricots	36,720	8,308	8,064	7,671	4,936	7,619
Peaches and nectarines	26,800	41,651	57,883	23,805	43,824	63,528
Other fruits	41,761	75,824	72,849	40,545	64,837	81,805
Tree-nuts	NA	4,471	4,333	4,300	4,540	4,740

Source: FAOSTAT

Appendix C-6 Yield of Major Crops (ton/ha), 2000 & 2008-2012

Crop	2000	2008	2009	2010	2011	2012
Wheat	1.71	2.43	2.24	2.12	2.88	2.60
Barley	0.70	2.25	2.18	1.95	2.63	2.61
Other cereals	2.07	3.14	2.88	2.45	2.52	3.24
Pulses	1.91	2.81	2.82	2.38	2.66	2.53
Potatoes	8.49	18.91	18.55	17.01	19.44	20.72
Tomatoes	25.71	46.95	44.71	38.66	40.29	42.36
Watermelons	15.61	33.45	35.06	29.64	31.38	39.99
Cabbages and other brassicas	16.72	35.90	37.75	35.52	37.20	37.67
Cucumbers and gherkins	12.00	34.98	31.76	28.29	28.92	31.56
Onions, dry	16.10	24.71	24.18	20.48	20.69	23.42
Other vegetables	17.21	27.34	29.47	24.94	26.60	30.31
Sugar beet	16.00	15.00	16.67	15.29	15.69	15.00
Tobacco, unmanufactured	1.81	3.16	3.55	3.30	3.89	2.72
Forage crops	13.42	12.54	12.53	12.52	12.50	12.52
Grapes	7.95	12.91	14.60	15.25	15.86	15.36
Apples	3.90	14.12	13.72	6.06	8.66	11.51
Apricots	11.13	1.02	1.03	0.97	0.64	0.93
Peaches and nectarines	8.20	9.76	13.51	5.51	9.72	14.33
Other fruits	4.58	7.98	7.50	4.11	6.57	7.62
Tree-nuts	NA	3.06	2.78	2.83	2.97	3.10

Source: FAOSTAT

Appendix C-7 Harvested Area and Volume of Water for Irrigation (2008-2012)

	2008	2009	2010	2011	2012
Harvested area of major crops (x 1000ha)	485.1	476.4	464.1	472.2	489.2
Volume of the supplied water for irrigation (million m3)	576.7	412.0	396.5	415.3	472.1

Source: FAOSTAT (harvested area)

State Water Committee of the Ministry of Territorial Administration (irrigation)

Appendix C-8 Production of Major Crops by Marzes (Ave. of 2009-2013)

Marzes	Cereals		Potato		Vegetables		Melons		Grape		Fruits and Berries (Productive Age)		Forage crops	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Yerevan	145	0.1	84	0.3	311	1.3	22	0.4	612	4.1	1,320	4.0	104	0.2
Aragatsotn	23,471	14.1	1,575	5.2	915	3.7	166	3.1	1,488	9.9	5,212	15.7	6,779	10.9
Ararat	5,223	3.1	836	2.8	6,416	26.2	1,498	27.9	4,659	31.0	6,456	19.4	5,813	9.3
Armavir	6,563	3.9	1,355	4.5	8,592	35.0	3,573	66.5	5,552	36.9	5,647	17.0	7,247	11.6
Gegharkunik	42,866	25.8	13,962	46.3	1,854	7.6	0	0.0	0	0.0	1,382	4.2	13,572	21.8
Lori	9,632	5.8	3,902	12.9	1,370	5.6	8	0.1	64	0.4	2,219	6.7	8,537	13.7
Kotayk	10,521	6.3	794	2.6	1,289	5.3	0	0.0	302	2.0	4,010	12.1	2,222	3.6
Shirak	37,416	22.5	3,879	12.9	1,428	5.8	0	0.0	0	0.0	455	1.4	9,653	15.5
Syunik	19,810	11.9	1,709	5.7	971	4.0	0	0.0	185	1.2	2,412	7.3	5,379	8.6
Vayots Dzor	2,646	1.6	180	0.6	424	1.7	17	0.3	834	5.5	1,900	5.7	1,079	1.7
Tavush	8,004	4.8	1,906	6.3	954	3.9	91	1.7	1,339	8.9	2,226	6.7	1,946	3.1
Total	166,297	100.0	30,182	100.0	24,524	100.0	5,375	100.0	15,035	100.0	33,239	100.0	62,331	100.0
Production	(ton)	(%)	(ton)	(%)	(ton)	(%)	(ton)	(%)	(ton)	(%)	(ton)	(%)	(ton)	(%)
Yerevan	407	0.1	1,537	0.3	3,989	0.5	324	0.2	3,623	1.6	4,818	1.7	1,541	0.4
Aragatsotn	58,572	13.6	36,423	6.2	28,014	3.6	6,217	3.3	12,890	5.6	50,476	17.6	37,570	9.3
Ararat	20,047	4.7	25,816	4.4	278,164	35.7	61,753	32.8	96,160	42.1	79,533	27.7	102,288	25.3
Armavir	21,437	5.0	41,626	7.1	302,470	38.8	117,901	62.5	97,589	42.7	62,877	21.9	111,556	27.5
Gegharkunik	118,766	27.7	269,116	45.9	56,797	7.3	0	0.0	0	0.0	23,151	8.1	41,845	10.3
Lori	22,070	5.1	50,595	8.6	17,932	2.3	45	0.0	152	0.1	4,623	1.6	29,202	7.2
Kotayk	19,657	4.6	15,948	2.7	23,114	3.0	0	0.0	449	0.2	19,557	6.8	11,878	2.9
Shirak	97,180	22.6	91,718	15.6	36,363	4.7	0	0.0	0	0.0	4,401	1.5	30,725	7.6
Syunik	40,892	9.5	28,798	4.9	16,439	2.1	1	0.0	1,045	0.5	14,136	4.9	20,504	5.1
Vayots Dzor	5,457	1.3	3,074	0.5	6,547	0.8	289	0.2	4,154	1.8	8,677	3.0	7,679	1.9
Tavush	24,880	5.8	21,747	3.7	9,053	1.2	1,999	1.1	12,617	5.5	15,051	5.2	10,304	2.5
Total	429,365	100.0	586,398	100.0	778,882	100.0	188,529	100.0	228,679	100.0	287,300	100.0	405,092	100.0
Yield	(ton/ha)	-	(ton/ha)	-	(ton/ha)	-	(ton/ha)	-	(ton/ha)	-	(ton/ha)	-	(ton/ha)	-
Yerevan	2.81	-	18.30	-	12.83	-	14.73	-	5.92	-	3.65	-	14.82	-
Aragatsotn	2.50	-	23.13	-	30.62	-	37.45	-	8.66	-	9.68	-	5.54	-
Ararat	3.84	-	30.88	-	43.35	-	41.22	-	20.64	-	12.32	-	17.60	-
Armavir	3.27	-	30.72	-	35.20	-	33.00	-	17.58	-	11.13	-	15.39	-
Gegharkunik	2.77	-	19.27	-	30.63	-	NA	-	NA	-	16.75	-	3.08	-
Lori	2.29	-	12.97	-	13.09	-	5.63	-	2.38	-	2.08	-	3.42	-
Kotayk	1.87	-	20.09	-	17.93	-	NA	-	1.49	-	4.88	-	5.35	-
Shirak	2.60	-	23.64	-	25.46	-	NA	-	NA	-	9.67	-	3.18	-
Syunik	2.06	-	16.85	-	16.93	-	NA	-	5.65	-	5.86	-	3.81	-
Vayots Dzor	2.06	-	17.08	-	15.44	-	17.00	-	4.98	-	4.57	-	7.12	-
Tavush	3.11	-	11.41	-	9.49	-	21.97	-	9.42	-	6.76	-	5.29	-
Total	2.58	-	19.43	-	31.76	-	35.08	-	15.21	-	8.64	-	6.50	-

Source: The Ministry of Agriculture, RA

Appendix C-9 Number of Beef Cattle by Marzes (2009-2013)

Marzes	2009		2010		2011		2012		2013	
	(head)	(%)	(head)	(%)	(head)	(%)	(head)	(%)	(head)	(%)
Yerevan	2,259	0.4	1,691	0.3	2,523	0.4	2,673	0.4	3,750	0.6
Aragatsotn	70,157	12.3	70,781	12.4	75,702	12.6	85,161	12.9	85,263	12.6
Ararat	41,171	7.2	41,204	7.2	41,434	6.9	44,225	6.7	46,376	6.8
Armavir	41,538	7.3	42,103	7.4	47,730	8.0	54,984	8.3	55,796	8.2
Gegharkunik	101,910	17.9	95,880	16.8	98,486	16.4	112,265	17.0	115,619	17.1
Lori	69,040	12.1	69,665	12.2	74,267	12.4	81,540	12.3	81,850	12.1
Kotayk	48,305	8.5	52,055	9.1	54,247	9.1	59,455	9.0	61,464	9.1
Shirak	95,934	16.8	96,717	16.9	99,683	16.6	105,729	16.0	107,097	15.8
Syunik	50,659	8.9	51,201	9.0	52,508	8.8	56,273	8.5	60,548	8.9
Vayots Dzor	15,909	2.8	16,305	2.9	18,527	3.1	22,738	3.4	22,749	3.4
Tavush	33,751	5.9	33,755	5.9	34,136	5.7	35,960	5.4	37,072	5.5
Total	570,633	100.0	571,357	100.0	599,243	100.0	661,003	100.0	677,584	100.0

Source: The Ministry of Agriculture, RA

Appendix C-10 Number of Milk Cows by Marzes (2009-2013)

Marzes	2009		2010		2011		2012		2013	
	(head)	(%)	(head)	(%)	(head)	(%)	(head)	(%)	(head)	(%)
Yerevan	1,323	0.5	1,124	0.4	1,146	0.4	1,166	0.4	1,271	0.4
Aragatsotn	33,773	12.3	34,074	12.5	36,920	13.0	40,326	13.3	40,350	13.0
Ararat	16,940	6.2	15,676	5.8	16,482	5.8	17,321	5.7	17,721	5.7
Armavir	16,498	6.0	16,518	6.1	18,212	6.4	19,972	6.6	20,143	6.5
Gegharkunik	50,617	18.5	51,871	19.0	52,035	18.4	54,271	17.9	56,735	18.3
Lori	35,138	12.8	33,648	12.3	36,143	12.8	39,127	12.9	39,193	12.7
Kotayk	24,164	8.8	24,614	9.0	26,004	9.2	27,434	9.0	28,152	9.1
Shirak	46,100	16.8	45,540	16.7	45,916	16.2	50,152	16.5	50,567	16.3
Syunik	25,265	9.2	25,313	9.3	25,727	9.1	26,742	8.8	28,281	9.1
Vayots Dzor	7,716	2.8	7,863	2.9	8,326	2.9	9,576	3.2	9,676	3.1
Tavush	16,320	6.0	16,331	6.0	16,438	5.8	17,190	5.7	17,527	5.7
Total	273,854	100.0	272,572	100.0	283,349	100.0	303,277	100.0	309,616	100.0

Source: The Ministry of Agriculture, RA

Appendix C-11 Number of Sheep & Goats by Marzes (2009-2013)

Marzes	2009		2010		2011		2012		2013	
	(head)	(%)	(head)	(%)	(head)	(%)	(head)	(%)	(head)	(%)
Yerevan	1,510	0.3	2,164	0.4	1,865	0.3	1,984	0.3	6,297	0.9
Aragatsotn	71,387	14.0	73,516	13.8	82,158	13.9	95,914	14.2	96,766	13.5
Ararat	65,874	12.9	66,129	12.4	70,483	11.9	81,369	12.1	92,503	12.9
Armavir	58,858	11.5	61,341	11.5	71,033	12.0	92,485	13.7	91,114	12.7
Gegharkunik	85,242	16.7	90,822	17.1	91,680	15.5	101,388	15.0	102,613	14.3
Lori	28,515	5.6	28,747	5.4	28,746	4.9	32,190	4.8	37,851	5.3
Kotayk	35,192	6.9	35,788	6.7	40,979	6.9	44,247	6.6	46,108	6.4
Shirak	68,366	13.4	69,141	13.0	82,310	13.9	86,484	12.8	90,400	12.6
Syunik	64,964	12.7	73,186	13.7	86,284	14.6	101,559	15.1	114,655	16.0
Vayots Dzor	16,966	3.3	17,107	3.2	19,530	3.3	21,377	3.2	23,097	3.2
Tavush	14,155	2.8	14,574	2.7	15,146	2.6	15,734	2.3	16,170	2.3
Total	511,029	100.0	532,515	100.0	590,214	100.0	674,731	100.0	717,574	100.0

Source: The Ministry of Agriculture, RA

Appendix C-12 Number of Pigs by Marzes (2009-2013)

Marzes	2009		2010		2011		2012		2013	
	(head)	(%)	(head)	(%)	(head)	(%)	(head)	(%)	(head)	(%)
Yerevan	5,621	5.0	7,298	6.4	5,361	5.0	6,171	4.3	6,478	4.6
Aragatsotn	9,557	8.5	10,519	9.2	9,513	8.8	10,513	7.2	10,521	7.5
Ararat	15,279	13.6	12,473	10.9	12,032	11.1	18,120	12.5	19,434	13.9
Armavir	15,913	14.1	15,562	13.6	12,402	11.5	20,683	14.3	19,999	14.3
Gegharkunik	8,416	7.5	8,541	7.4	7,973	7.4	11,912	8.2	11,527	8.2
Lori	9,525	8.5	8,509	7.4	7,446	6.9	13,701	9.4	12,255	8.8
Kotayk	12,707	11.3	15,109	13.2	14,588	13.5	19,213	13.2	15,305	10.9
Shirak	14,528	12.9	13,517	11.8	15,272	14.1	15,703	10.8	13,810	9.9
Syunik	6,321	5.6	7,613	6.6	7,751	7.2	10,586	7.3	11,686	8.4
Vayots Dzor	1,393	1.2	1,940	1.7	1,404	1.3	1,921	1.3	1,890	1.4
Tavush	13,348	11.9	13,696	11.9	14,346	13.3	16,521	11.4	16,894	12.1
Total	112,608	100.0	114,777	100.0	108,088	100.0	145,044	100.0	139,799	100.0

Source: The Ministry of Agriculture, RA

Appendix C-13 Number of Poultry by Marzes (2009-2013)

Marzes	2009		2010		2011		2012		2013	
	(head)	(%)	(head)	(%)	(head)	(%)	(head)	(%)	(head)	(%)
Yerevan	187149	4.7	212222	6.5	189661	4.9	195088	5.1	156833	4.0
Aragatsotn	362,180	9.2	292,153	9.0	288,113	7.5	324,755	8.4	336,344	8.5
Ararat	306,121	7.8	257,782	7.9	289,612	7.6	326,580	8.5	336,971	8.5
Armavir	871,273	22.1	816,360	25.1	1,113,671	29.0	1,516,965	39.4	1,420,978	36.0
Gegharkunik	356,387	9.0	219,858	6.8	256,565	6.7	317,982	8.2	311,845	7.9
Lori	195,024	4.9	197,828	6.1	182,088	4.7	160,350	4.2	163,706	4.2
Kotayk	1,028,429	26.1	894,633	27.5	1,071,316	27.9	582,409	15.1	620,639	15.7
Shirak	257,158	6.5	217,226	6.7	213,152	5.6	206,439	5.4	188,757	4.8
Syunik	218,772	5.5	110,823	3.4	142,690	3.7	153,454	4.0	297,090	7.5
Vayots Dzor	108,899	2.8	52,059	1.6	82,434	2.2	67,572	1.8	63,110	1.6
Tavush	243,246	6.2	191,585	5.9	194,180	5.1	198,407	5.1	204,922	5.2
Total	3,947,489	100.0	3,250,307	100.0	3,833,821	100.0	3,854,913	100.0	3,944,362	100.0

Source: The Ministry of Agriculture, RA

Appendix C-14 Marketed Meat (Live animals) by Marzes (2009-2013)

Marzes	2009		2010		2011		2012		2013	
	('000 ton)	(%)	('000 ton)	(%)	('000 ton)	(%)	('000 ton)	(%)	('000 ton)	(%)
Yerevan	0.5	0.4	0.5	0.4	0.6	0.5	0.8	0.6	1.8	1.2
Aragatsotn	14	11.1	14.4	11.6	14.7	11.5	14.7	11.3	15.6	10.6
Ararat	8.5	6.7	8	6.4	8.3	6.5	8.7	6.7	9.8	6.7
Armavir	9.7	7.7	10	8.0	10.3	8.1	11	8.4	15.4	10.5
Gegharkunik	21.7	17.2	21.5	17.3	21.8	17.0	21.8	16.7	23.5	16.0
Lori	14.8	11.7	14.6	11.7	15	11.7	15.1	11.6	16.3	11.1
Kotayk	13.1	10.4	12.1	9.7	12.6	9.9	12.9	9.9	14.7	10.0
Shirak	19.4	15.4	19.8	15.9	20	15.6	20	15.3	21.4	14.6
Syunik	11.6	9.2	11.1	8.9	11.8	9.2	12	9.2	13.9	9.5
Vayots Dzor	5.3	4.2	4.7	3.8	4.8	3.8	5	3.8	5.6	3.8
Tavush	7.6	6.0	7.6	6.1	8	6.3	8.3	6.4	8.8	6.0
Total	126.2	100.0	124.3	100.0	127.9	100.0	130.3	100.0	146.8	100.0

Source: The Ministry of Agriculture, RA

Appendix C-15 Marketed Meat (Live animals) by Categories of Meat (2009-2013)

Category	2009		2010		2011		2012		2013	
	('000 ton)	(%)	('000 ton)	(%)	('000 ton)	(%)	('000 ton)	(%)	('000 ton)	(%)
Live animals	126.2	-	124.3	-	127.9	-	130.3	-	146.8	-
Slaughtered	70.7	100.0	69.5	100.0	71.7	100.0	73.9	100.0	83.4	100.0
1 Beef & veal	49.6	70.2	48.0	69.1	48.2	67.2	47.6	64.4	53.6	64.3
2 Pork	7.2	10.2	7.9	11.4	9.4	13.1	9.5	12.9	12.6	15.1
3 Mutton & lamb	8.9	12.6	8.2	11.8	8.4	11.7	8.5	11.5	9.0	10.8
4 Poultry	5.0	7.1	5.4	7.8	5.7	7.9	8.3	11.2	8.2	9.8

Source: The Ministry of Agriculture, RA

Appendix C-16 Milk Production by Marzes (2009-2013)

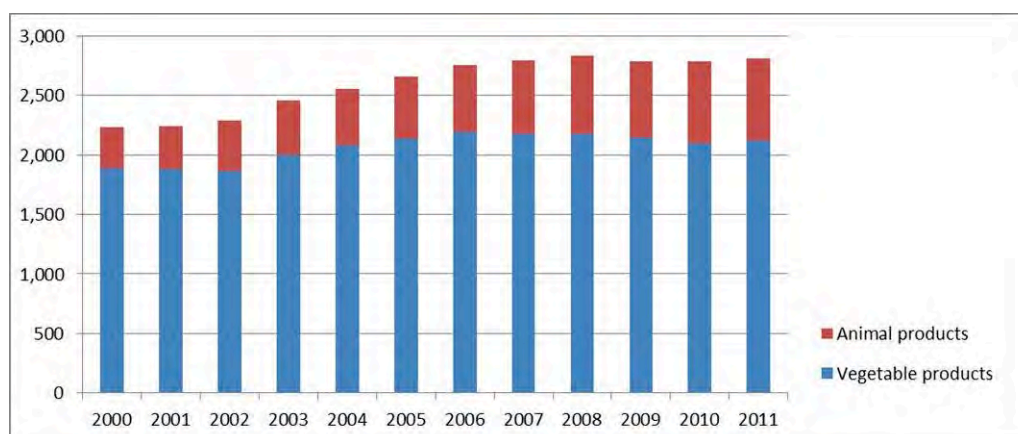
Marzes	2009		2010		2011		2012		2013	
	('000 ton)	(%)	('000 ton)	(%)	('000 ton)	(%)	('000 ton)	(%)	('000 ton)	(%)
Yerevan	2.0	0.3	2.3	0.4	2.0	0.3	2.2	0.4	2.5	0.4
Aragatsotn	75.9	12.3	74.1	12.3	74.8	12.4	76.5	12.4	79.9	12.2
Ararat	38.0	6.2	38.1	6.3	36.5	6.1	38.2	6.2	40.1	6.1
Armavir	38.0	6.2	36.1	6.0	36.1	6.0	37.4	6.0	40.5	6.2
Gegharkunik	116.4	18.9	112.4	18.7	114.5	19.0	116.3	18.8	120.7	18.4
Lori	80.8	13.1	77.1	12.8	76.2	12.7	77.7	12.6	81.3	12.4
Kotayk	55.9	9.1	51.3	8.5	51.8	8.6	53.5	8.7	57.9	8.8
Shirak	98.6	16.0	99.0	16.5	98.8	16.4	101.5	16.4	107.6	16.4
Syunik	58.4	9.5	55.8	9.3	55.9	9.3	57.2	9.3	62.2	9.5
Vayots Dzor	17.1	2.8	19.9	3.3	20.0	3.3	21.1	3.4	24.8	3.8
Tavush	34.6	5.6	34.8	5.8	34.9	5.8	36.6	5.9	39.5	6.0
Total	615.7	100.0	600.9	100.0	601.5	100.0	618.2	100.0	657.0	100.0

Source: The Ministry of Agriculture, RA

Appendix C-17 Egg Production by Marzes (2009-2013)

Marzes	2009		2010		2011		2012		2013	
	(mil. pcs)	(%)	(mil. pcs)	(%)	(mil. pcs)	(%)	(mil. pcs)	(%)	(mil. pcs)	(%)
Yerevan	32.0	5.1	33.5	4.8	27.9	4.4	35.6	5.4	28.7	4.7
Aragatsotn	47.1	7.5	70.4	10.0	59.7	9.4	61.7	9.4	59.4	9.7
Ararat	56.3	8.9	76.7	10.9	55.0	8.7	55.0	8.4	54.7	8.9
Armavir	92.4	14.7	126.3	18.0	135.5	21.4	140.1	21.3	127.7	20.8
Gegharkunik	60.5	9.6	68.3	9.7	56.6	8.9	57.1	8.7	58.2	9.5
Lori	34.4	5.5	39.7	5.7	47.3	7.5	47.3	7.2	43.7	7.1
Kotayk	181.4	28.8	156.4	22.3	125.7	19.8	132.1	20.1	117.3	19.1
Shirak	41.9	6.6	40.3	5.7	39.7	6.3	40.9	6.2	40.1	6.5
Syunik	24.8	3.9	28.2	4.0	26.9	4.2	27.2	4.1	26.3	4.3
Vayots Dzor	15.0	2.4	17.6	2.5	17.5	2.8	18.2	2.8	17.4	2.8
Tavush	44.3	7.0	44.8	6.4	41.8	6.6	42.9	6.5	41.7	6.8
Total	630.1	100.0	702.2	100.0	633.6	100.0	658.1	100.0	615.2	100.0

Source: The Ministry of Agriculture, RA



Source : The JICA Study Team (based on FAOSTAT)

Appendix C-18 Per-capita Calorie Intake (Kcal/day)

Appendix C-19 Per-capita Food Supply by Food Groups (kg/year)

Food Group	2000	2007	2008	2009	2010	2011
Cereals	161.9	154.8	150.2	140.5	139.7	144.7
Potatoes	63.8	51.2	50.4	57.3	48.3	44.2
Vegetables	120.6	328.8	325.2	335.2	271.0	311.4
Fruits	48.1	91.3	112.5	120.3	65.5	79.6
Meat	20.8	37.1	48.4	40.4	40.8	42.2
Milk	93.6	172.9	161.2	177.9	189	189.9
Egg	4.9	9.0	10.1	10.8	12.5	11.5
Vegetable oils	3.6	7.4	7.0	7.1	7.4	7.8
Sugar & Sweeteners	24.7	31.8	33.6	33.7	41.2	37.8
Fish, Seafood	1.0	2.3	3.4	3.0	2.4	3.0

Source: FAOSTAT

Appendix C-20 Import of Agricultural Products (2008-2012)

(Million US\$)

Category (Import)	2008	2009	2010	2011	2012
Total Import	4,426,129.3	3,321,133.9	3,748,953.5	4,145,332.0	4,261,232.7
(CIS)	(1,262,771.5)	(1,041,770.3)	(1,142,160.2)	(1,208,823.7)	(1,334,524.7)
(Non-CIS)	(3,163,357.9)	(2,279,363.6)	(2,606,793.3)	(2,936,508.2)	(2,926,708.1)
Cereals	110,467.4	108,919.9	105,419.9	111,856.4	151,836.0
(CIS)	(98,892.2)	(102,519.8)	(94,334.7)	(98,596.7)	(144,017.3)
(Non-CIS)	(11,575.2)	(6,400.0)	(11,085.2)	(13,259.7)	(7,818.7)
Oil seeds	10,482.0	7,087.8	7,803.4	9,201.1	7,632.0
(CIS)	(2,664.5)	(4,793.6)	(4,824.5)	(4,776.0)	(4,553.7)
(Non-CIS)	(7,817.5)	(2,294.2)	(2,978.9)	(4,425.2)	(3,078.2)
Vegetables & tubers	13,587.2	8,641.7	13,399.7	19,045.6	14,157.8
(CIS)	(1,533.2)	(1,734.2)	(1,117.4)	(1,547.2)	(2,269.8)
(Non-CIS)	(12,054.0)	(6,907.5)	(12,282.3)	(17,498.4)	(11,888.0)
Fruits & nuts	40,637.2	33,711.6	43,596.6	47,282.3	39,094.5
(CIS)	(366.5)	(517.9)	(227.3)	(259.2)	(101.9)
(Non-CIS)	(40,270.7)	(33,193.8)	(43,369.3)	(47,023.1)	(38,992.6)
Live animals	5,421.9	3,757.9	2,746.0	3,424.2	4,094.3
(CIS)	(290.6)	(38.8)	(105.9)	(232.2)	(15.4)
(Non-CIS)	(5,131.4)	(3,719.1)	(2,640.1)	(3,191.9)	(4,078.9)
Fishes	3,626.4	4,871.8	3,067.5	3,562.2	4,365.7
(CIS)	(428.6)	(321.3)	(293.2)	(367.7)	(237.2)
(Non-CIS)	(3,197.8)	(4,550.5)	(2,774.3)	(3,194.6)	(4,128.5)
Products of milling	17,359.6	7,773.4	8,590.8	15,459.5	7,331.2
(CIS)	(7,838.5)	(6,108.5)	(6,051.3)	(12,347.8)	(2,121.7)
(Non-CIS)	(9,521.1)	(1,664.9)	(2,539.5)	(3,111.7)	(5,209.4)
Products from flour & cereals or pastry products	25,108.8	18,165.4	20,274.3	22,730.1	26,098.4
(CIS)	(15,707.7)	(11,815.6)	(12,760.8)	(13,676.7)	(15,800.4)
(Non-CIS)	(9,401.1)	(6,349.8)	(7,513.5)	(9,053.4)	(10,298.0)
Products from vege. & Fruits	22,704.3	16,352.6	15,924.0	21,259.6	17,714.3
(CIS)	(5,010.7)	(2,685.9)	(2,907.3)	(2,826.3)	(2,373.2)
(Non-CIS)	(17,693.6)	(13,666.7)	(13,016.7)	(18,433.3)	(15,341.1)
Alcoholic & nonalcoholic drinks	62,895.0	42,076.8	52,568.5	47,121.8	52,723.8
(CIS)	(44,777.3)	(29,479.7)	(34,888.2)	(28,770.3)	(27,818.2)
(Non-CIS)	(18,117.7)	(12,597.1)	(17,680.3)	(18,351.5)	(24,905.6)
Meats & offal	89,156.4	69,632.1	69,051.3	88,465.6	88,696.8
(CIS)	(297.0)	(547.5)	(1,526.6)	(2,364.3)	(1,174.9)
(Non-CIS)	(88,859.3)	(69,084.6)	(67,524.7)	(86,101.3)	(87,521.8)
Milk/Daily products/Eggs/ Honey	27,193.6	18,546.9	25,565.5	35,857.7	37,228.5
(CIS)	(12,368.9)	(12,373.5)	(10,870.2)	(16,099.4)	(10,227.1)
(Non-CIS)	(14,824.6)	(6,173.3)	(14,695.3)	(19,758.3)	(27,001.4)
Fats & oil (animal/vege.)	52,825.6	51,777.2	49,217.1	57,947.2	59,570.9
(CIS)	(32,096.1)	(29,482.7)	(33,319.4)	(41,418.5)	(46,643.0)
(Non-CIS)	(20,729.5)	(22,294.5)	(15,897.7)	(16,528.6)	(12,927.9)
Sugar & confectionery	42,277.2	29,899.8	42,955.4	65,899.1	62,547.8
(CIS)	(5,352.6)	(4,848.1)	(5,658.6)	(6,336.1)	(6,033.6)
(Non-CIS)	(36,924.7)	(25,051.8)	(37,296.8)	(59,563.0)	(56,514.2)

 Source : armstat (<http://www.armstat.am/en/?nid=45>)

Appendix C-21 Export of Agricultural Products (2008-2012) (Million US\$)

Category (Export)	2008	2009	2010	2011	2012
Total Export	1,057,161.4	710,157.5	1,041,056.6	1,334,338.8	1,380,199.2
(CIS)	(249,215.5)	(138,327.5)	(198,773.9)	(268,062.3)	(336,604.2)
(Non-CIS)	(807,945.9)	(571,830.0)	(842,282.7)	(166,276.5)	(1,043,595.0)
Cereals	11.9	0.1	7.0	4.7	0.1
(CIS)	(3.0)	(0.0)	(0.0)	(4.4)	(0.0)
(Non-CIS)	(8.9)	(0.1)	(7.0)	(0.3)	(0.1)
Oil seeds	36.9	45.4	127.4	101.0	112.4
(CIS)	(29.4)	(18.4)	(42.2)	(71.6)	(73.4)
(Non-CIS)	(7.5)	(27.0)	(85.2)	(29.4)	(38.9)
Vegetables & tubers	1,773.5	1,603.3	2,594.6	1,663.1	2,167.2
(CIS)	(205.1)	(158.4)	(1,619.7)	(935.0)	(841.0)
(Non-CIS)	(1,568.3)	(1,444.9)	(974.9)	(728.1)	(1,326.3)
Fruits & nuts	4,972.6	8,261.2	6,887.2	15,476.5	24,476.9
(CIS)	(3,714.9)	(6,954.1)	(6,644.3)	(14,227.5)	(23,384.2)
(Non-CIS)	(1,257.7)	(1,307.1)	(242.9)	(1,249.0)	(1,092.7)
Live animals	1,484.6	9,203.9	13,756.6	12,210.1	8,770.1
(CIS)	(46.6)	(2.1)	(5.5)	(1.2)	(32.4)
(Non-CIS)	(1,438.1)	(9,201.8)	(13,751.1)	(12,208.9)	(8,737.7)
Fishes	4,994.8	3,221.5	7,707.1	15,467.8	21,340.6
(CIS)	(1,405.5)	(677.0)	(5,602.7)	(13,059.9)	(19,374.8)
(Non-CIS)	(3,589.3)	(2,544.5)	(2,104.4)	(2,587.9)	(1,965.8)
Products of milling	25.0	72.8	55.2	66.1	134.0
(CIS)	(4.4)	(30.7)	(16.8)	(36.8)	(27.2)
(Non-CIS)	(20.6)	(42.0)	(38.4)	(29.3)	(106.8)
Products from flour & cereals or pastry products	465.9	381.5	316.6	470.7	879.9
(CIS)	(0.3)	(18.8)	(4.7)	(35.0)	(97.1)
(Non-CIS)	(465.6)	(362.7)	(311.9)	(435.8)	(842.8)
Products from vege. & fruits	10,782.8	7,744.2	8,675.8	12,874.4	17,177.4
(CIS)	(8,650.8)	(4,910.4)	(5,027.9)	(8,917.2)	(13,520.3)
(Non-CIS)	(2,132.0)	(2,833.9)	(3,647.9)	(3,957.2)	(3,657.1)
Alcoholic & nonalcoholic drinks	145,379.5	80,114.2	109,071.2	147,130.6	186,538.4
(CIS)	(136,426.6)	(72,278.0)	(98,575.1)	(121,032.6)	(168,827.4)
(Non-CIS)	(8,952.9)	(7,836.2)	(10,496.1)	(26,098.0)	(17,711.0)
Meats & offal	757.2	1,164.4	58.8	23.8	94.3
(CIS)	(0.0)	(8.3)	(0.0)	(0.0)	(10.9)
(Non-CIS)	(757.2)	(1,156.0)	(58.8)	(23.8)	(83.4)
Milk/Daily products/Eggs/ Honey	2,093.2	1,449.9	1,985.1	2,112.4	2,800.0
(CIS)	(812.5)	(735.4)	(1,182.2)	(1,503.2)	(2,533.8)
(Non-CIS)	(1,280.7)	(714.5)	(802.9)	(609.2)	(266.2)
Fats & oil (animal/vege.)	47.9	2.9	29.1	25.3	55.8
(CIS)	(0.0)	(0.0)	(0.1)	(0.3)	(0.0)
(Non-CIS)	(47.9)	(2.9)	(29.0)	(25.0)	(55.8)
Sugar & confectionery	66.3	95.5	1,562.0	2,912.7	844.3
(CIS)	(17.5)	(0.1)	(0.0)	(13.6)	(9.0)
(Non-CIS)	(48.8)	(95.4)	(1,562.0)	(2,899.1)	(835.3)

Source : armstat (<http://www.armstat.am/en/?nid=45>)

Appendix C-22 Distribution Plan of Seeds by the Government Programs in 2013

Marz	Amount of Seeds (ton)				
	Wheat	Barley	Maize	Alfalfa	Melilot
Yerevan	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Aragatsotn	200.0	100.0	1.0	5.0	15.0
Ararat	240.0	0.0	0.5	1.47	0.0
Armavir	118.0	7.0	0.0	1.63	3.0
Gegharkunik	355.0	0.0	0.0	6.0	350
Lori	250.0	66.0	4.0	3.0	4.0
Kotayk	0.0	85.0	0.0	0.0	2.0
Shirak	1,270.0	107.0	3.025	10.35	131.0
Syunik	650.0	400.0	0.75	3.0	20.0
Vayots Dzor	70.0	40.0	0.225	0.15	1.0
Tavush	300.0	45.0	1.5	6.40	4.0
Total	3,453.0	850.0	11.0	37.0	530.0

Source : The RA Government Decision N905, August 22, 2013(Wheat)
The RA Government Decision N165, February 21, 2013(Barley, Maize, Alfalfa, Melilot)

Appendix C-23 Distribution Plan of Fertilizers by the Government Programs in 2014

Marz	Amount of Fertilizers (ton)		
	Ammonium Nitrate	Double Superphosphate	Potassium Chloride
Yerevan	0.00	0.00	0.0
Aragatsotn	3,500.00	85.00	142.00
Ararat	3,888.35	457.15	326.20
Armavir	7,000.00	300.00	200.00
Gegharkunik	5,989.50	329.00	299.40
Lori	2,000.00	36.05	29.80
Kotayk	1,548.00	38.50	25.50
Shirak	5,630.90	595.40	464.90
Syunik	2,200.00	160.00	20.00
Vayots Dzor	470.00	4.00	4.00
Tavush	400.00	30.00	30.00
Nagorno Karabakh	1,000.00	500.00	0.00
Total	33,626.75	2,535.10	1,541.80

Source : The RA Government Decision N150, February 6, 2014

Appendix C-24 Number of Tractors & Combine Harvesters in Operation and Farmland Area in 2013

Marz	Annual Crop Cultivated Area (ha)	Number of Tractor in Operate	Area/ Tractor (ha)	Cereal Area (ha)	Number of C. Harvester in Operate	Area/ C. Harvester (ha)
Yerevan	570	620	0.9	112	9	12.4
Aragatsotn	28,773	1,022	28.2	24,424	120	203.5
Ararat	15,366	1,018	15.1	5,526	31	178.3
Armavir	21,253	1,480	14.4	6,041	45	134.2
Gegharkunik	61,032	2,163	28.2	41,753	246	169.7
Lori	18,410	1,350	13.6	11,245	87	129.3
Kotayk	14,629	628	23.3	12,017	61	197.0
Shirak	50,173	1,203	41.7	42,346	218	194.2
Syunik	27,017	818	33.0	23,181	121	191.6
Vayots Dzor	3,337	555	6.0	2,495	24	104.0
Tavush	12,472	768	16.2	9,097	43	211.6
Total	253,032	11,625	21.8	178,237	1,005	177.4

Source : The JICA Study Team (based on information from the Ministry of Agriculture, RA)

Appendix C-25 Price of Agricultural Machinery Service (as of Aug. of 2014)

Machinery Service	Price (AMD/ha)
Plowing & Leveling & Seeding	60,000 – 70,000
Plowing only	30,000
Leveling & Seeding	35,000
Harvesting (wheat & barley)	30,000
Harvesting (Alfalfa)	20,000 – 30,000
Hay-cube baling	150/cube

Source : The JICA Study Team (based on collected information)

Appendix C-26 Leading Agribusiness Companies in Armenia

Name	Place	Major Products
Yerevan Ararat Brandy-Wine-Vodka Factory	Yerevan	Brandy, Wine
Yerevan Brandy Factory	Yerevan	Brandy
Vadi Alco	Vadi	Wine, Vodka, Brandy
Getnatun	Yeghegnadzor	Wine
Gyumri-Garejour	Gyumri	Beer
Aleksandrapol	Gyumri	Beer
Yerevan Brewery	Yerevan	Beer
Kotayk Brewery	Kotayk	Beer
Euro Term	Yerevan	Natural juice, Sterilized milk
Lisakert poultry factory	Kotayk	Broiler, Eggs
Arpa Alco	Vayots Dzor	Wine
Bari Samaratsi	Yerevan	Meat products (sausages, hams, etc.)
Sis natural	Yerevan	Juice, Jams, Marinades, Canned vegetables
Atenk	Yerevan	Meat products (sausages, hams, etc.)
Dustr Marianna	Yerevan	Dairy products
Meghri Cannery	Syunik	Canned fruits
Alishan	Ararat	Juice, Nectars, Fruits preserves, Dry fruits
Tamara Fruits	Aragatsotn	Deep freezing fruits & vegetables, Juice, Jams
Agrospasarkum	Yerevan	Dairy products
Artfood	Yerevan	Canned foods
Yerevan Champagne Wines Factory	Yerevan	Wine, Sparkling wine
VAN 777	Ararat	Wine
Elola	Syuniq	Dairy products
Dustr Melania	Lori	Milk, Cheese
HAM	Lori	Herbal teas

Source : Agricultural and Food Processing in Armenia, Samvel Avetisyan, USDA & CARD, 2010

Appendix C-27 Volumes of Vegetables, Fruits and Grape Purchased by Processing Enterprises (1998-2009)

Year	(ton)		
	Vegetables	Fruits	Grapes
1998	4,200	9,077	41,938
1999	39,226	12,198	50,300
2000	39,440	21,003	50,714
2001	26,142	10,248	37,032
2002	52,065	5,900	47,026
2003	96,570	4,362	50,947
2004	35,806	4,394	79,539
2005	42,925	20,715	95,592
2006	67,563	12,789	106,055
2007	57,111	14,844	144,389
2008	38,999	19,406	137,356
2009	32,309	11,255	127,740

Source : Agricultural and Food Processing in Armenia, Samvel Avetisyan, USDA & CARD, 2010

Appendix C-28 Processing Volumes of Vegetables, Fruits and Grape Products in Armenia

Products	Unit	Year							
		Ave. 1986-90	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Preserved Vegetables	X 1000 cans	143,330	22,705	45,370	92,872	38,839	43,120	66,260	59,000
	(%)	(100.00)	(15.84)	(31.65)	(64.80)	(27.10)	(30.08)	(46.16)	(41.16)
Preserved Fruits	X 1000 cans	275,826	17,160	8,114	7,348	8,311	48,800	32,700	37,100
	(%)	(100.00)	(6.22)	(2.94)	(2.66)	(3.00)	(17.69)	(11.86)	(13.45)
Grape wine	x 10000 liters	4,636	639	654	204	232	242.5	383	365
	(%)	(100.00)	(13.78)	(14.11)	(4.40)	(5.00)	(5.23)	(8.26)	(7.87)
Sparkling wine	x 10000 liters	229	58	62	67	57	52	54.3	57.9
	(%)	(100.00)	(25.33)	(27.07)	(29.26)	(24.89)	(22.71)	(23.71)	(25.28)
Brandy	x 10000 liters	1,119	503	606	722	710	879	906	1,408
	(%)	(100.00)	(44.95)	(54.16)	(64.52)	(63.45)	(78.55)	(80.97)	(125.83)

Source : Agricultural and Food Processing in Armenia, Samvel Avetisyan, USDA & CARD, 2010

Appendix C-29 Farm-gate Price of Major Farm Products (Last 1 year)

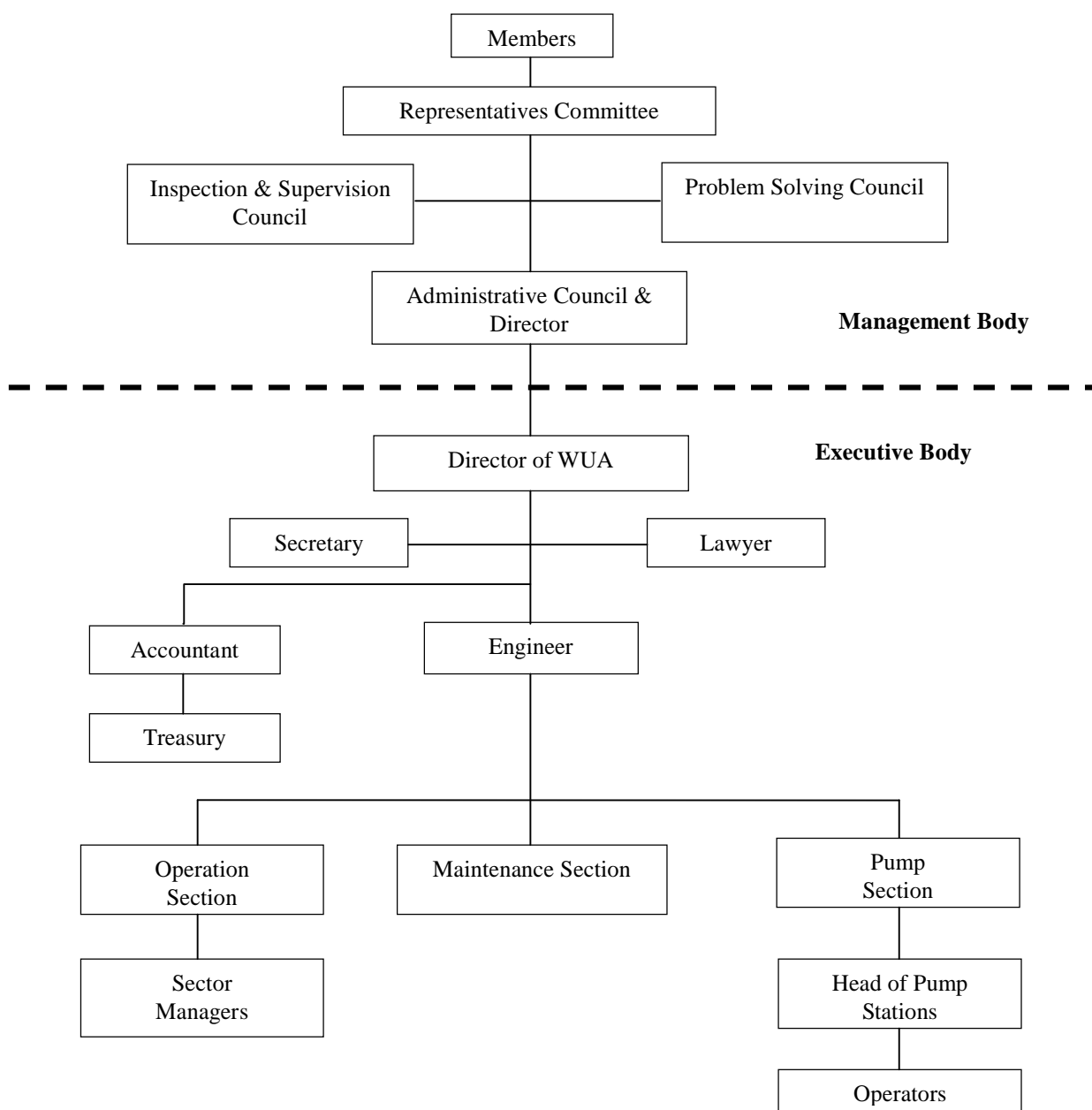
No.	Crop/Product	unit	Price (Armenia Dram)		
			Average/Common	Maximum	Minimum
1	Wheat	kg	150	170 - 190	125 - 130
			-	month: March	month: July - Aug
2	Barley	kg	180	190	130
			-	month: March	month: July - Aug
3	Maize	kg	150	200	150
			-	month: Dec - Feb	month: Sep end
4	Alfalfa (dry)	cube (18-20kg)	800 - 1,000	1,500	800
			-	month: Feb - Mar	month: June
5	Potato	kg	100	200 - 250	80
			-	month: Jan	month: June
6	Cabbage	kg	100	200	30
			-	month: May	month: Aug
7	Cucumber	kg	140 - 150	800 - 1,000	50 - 100
			-	month: Mar	month: Aug
8	Tomato	kg	80	600	40
			-	month: Jan - Feb	month: Aug - Sep
9	Pepper	kg	150	1,500	80
			-	month: Jan - Feb	month: Aug
10	Egg plant	kg	100	1,100 - 1,200	30
			-	month: Feb - Mar	month: Aug
11	Onion	kg	150	300	130
			-	month: Feb - Apr	month: Aug - Sep
12	Water melon	kg	90 - 100	500 - 600	80 - 90
			-	month: Jan - Mar	month: July - Aug
13	Strawberry	kg	500	5,000 - 6,000	500
			-	month: Feb - Apr	month: June
14	Apple	kg	200	500	150
			-	month: Dec - Jan	month: Oct end
15	Grape	kg	145 - 150	800 - 1,000	145 - 150
			(Factory)	month: Jan - Feb	month: Sep (Factory)
16	Apricot	kg	200	500	40 - 50
			-	month: May	month: June
17	Milk	lit.	200 - 250	-	170
			-	-	(Factory)
18	Beef meat (self-slaughtering)	kg	2,100 - 2,200	2,500	-
			-	New year	-
19	Pork meat (self-slaughtering)	kg	2,200 - 2,500	3,000 - 3,400	-
			-	month: Aug	-
20	Egg (Chicken)	kg	70	100	60
			-	New year	-

Source : The JICA Study Team (based on field surveys in August 2014) & the Ministry of Agriculture, RA

Appendix C-30 Outline of WUAs in Armenia

No.	WUA Name	Marz	Number of water users	Irrigated farmland (ha)		% of irrigated farmland	Ave. irrigated land per user (ha)	Number of staff (full-time & part-time)
				Cadastre	Actual			
1	Azat	Ararat	15,558	7,142	4,233	59.3	0.27	177
2	Aparan-Aragats	Aragatsotn	1,470	3,025	510	16.9	0.35	56
3	Aknalich	Armavir	4,737	5,552	2,625	47.3	0.55	56
4	Ararat	Ararat	5,800	8,800	5,500	62.5	0.95	223
5	Araks	Armavir	6,036	7,037	6,217	88.3	1.03	157
6	Artashat	Ararat	9,673	5,639	5,415	96.0	0.56	321
7	Ashtarak	Aragatsotn	5,368	4,300	2,450	57.0	0.46	71
8	Amberd	Aragatsotn	1,472	1,707	350	20.5	0.24	22
9	Utiq	Tavush	3,500	5,500	1,566	28.5	0.45	39
10	Getik	Lori	2,685	3,381	350	10.4	0.13	99
11	Garni-Geghard	Kotayk	1,055	1,853	1,000	54.0	0.95	60
12	Gavar	Gergharkunik	2,893	1,812	452	24.9	0.16	60
13	Yerevan	Yerevan	7,200	3,350	2,330	69.6	0.32	134
14	Yeghegnadzor	Vayotsdzor	5,874	4,299	2,220	51.6	0.38	104
15	Yeghvard	Kotayk	5,360	4,561	2,835	62.2	0.53	107
16	Talin	Aragatsotn	2,727	8,625	4,838	56.1	1.77	247
17	Ijevan	Tavush	500	1,247	550	44.1	1.10	24
18	Loru-Jrantsq	Lori	630	6,999	589	8.4	0.93	142
19	Khoy	Armavir	4,581	5,241	4,972	94.9	1.09	220
20	Kotayk	Kotayk	7,500	5,602	3,103	55.4	0.41	24
21	Hrazdan-Djur	Kotayk	3,500	2,929	450	15.4	0.13	42
22	Kapan	Syunik	650	250	111	44.4	0.17	10
23	Merdzapania	Armavir	11,200	8,402	6,103	72.6	0.54	340
24	Mekhri	Syunik	1,040	759	509	67.1	0.49	90
25	Masis	Ararat	8,330	4,272	2,628	61.5	0.32	71
26	Martuni	Gergharkunik	8,200	6,200	1,600	25.8	0.20	138
27	Musaler	Armavir	5,569	3,174	2,125	67.0	0.38	75
28	Sisian	Syunik	2,744	4,163	479	11.5	0.17	60
29	Nairi	Kotayk	4,047	2,413	1,399	58.0	0.35	90
30	Noyemberyan	Tavush	1,315	7,779	1,492	19.2	1.13	44
31	Shenik	Armavir	818	9,400	4,156	44.2	5.08	115
32	Shamiram	Aragatsotn	2,316	5,760	3,710	64.4	1.60	103
33	Shirak	Shirak	6,023	19,610	4,187	21.4	0.70	257
34	Vorotan	Syunik	2,100	4,426	587	13.3	0.28	61
35	Jrvezh-Dzoraghpiur	Kotayk	3,820	1,348	1,046	77.6	0.27	56
36	Sev Djue-Akhtamar	Armavir	1,351	3,000	2,140	71.3	1.58	84
37	Vadi	Ararat	7,534	6,797	4,633	68.2	0.61	481
38	Vardenia	Gergharkunik	3,200	4,788	1,560	32.6	0.49	42
39	Vagharshapat	Armavir	5,025	4,758	2,950	62.0	0.59	135
40	Vaik	Vayotsdzor	1,657	1,387	786	56.7	0.47	54
41	Parpi	Aragatsotn	5,300	3,460	2,005	57.9	0.38	58
42	Quasakh	Aragatsotn	2,220	3,025	2,000	66.1	0.90	50
43	Qarakert		2,650	4,971	2,951	59.4	1.11	140
44	Armavir	Armavir	6,658	7,051	6,032	85.5	0.91	188
	Total		191,886	215,794	107,744	49.9	0.56	5,127

Source: Millennium Challenge Account-Armenia Program (http://www.mca.am/en/mca_armenia/issa/wua)



Source: WUA offices

Appendix C-31 WUA Organization Chart

Appendix C-32 State Agricultural Collages under the Ministry of Agriculture

Collage Name	Place
S. Lukashin State Agricultural Collage	Armavir Marz
Gavar Academian Tamamshev State Agricultural Collage	Gegharqunik Marz
Goris Agricultural Collage	Syuniq Marz
Masis State Agricultural Collage	Ararat Marz
Nor Geghi G. Aghajanyan State Agricultural Collage	Kotayk Marz
Stepanavan Prof. Qalantar State Agricultural Collage	Lori Marz
Spitak State Agricultural Collage	Lori Marz
Vanadzor State Agricultural Collage	Lori Marz
Gymri State Agricultural Collage	Shirak Marz
Yerevan State Agricultural Collage	Yerevan

Source : Agricultural and Food Processing in Armenia, Samvel Avetisyan, USDA & CARD, 2010

Appendix C-33 Agricultural Consultancy Services provided by ASMC/ASRC in 2013

Activity	Times/Numbers
Workshops	1,119
Field trainings	872
Technical consultancy events	22,049
Demonstration experimental activities	173
Radio and TV programs	96
Number of topics published in leaflets/brochures	466
(Printing quantity)	(115,270)
Edit materials	158
(Printing quantity)	(209,100)

Source : The Ministry of Agriculture, RA

Appendix C-34 Agricultural Loans provided by the 3 Private Banks (2000-2014)

Year	Loan Amount (Billion AMD)
2000	10.4
2001	9.4
2002	7.8
2003	8.2
2004	8.6
2005	11.3
2006	14.2
2007	22.4
2008	36.5
2009	44.2
2010	52.6
2011	73.4
2012	91.9
2013	103.2
2014 (up to June)	115.9

Source : The Ministry of Agriculture, RA

Appendix-D 灌溉関連情報

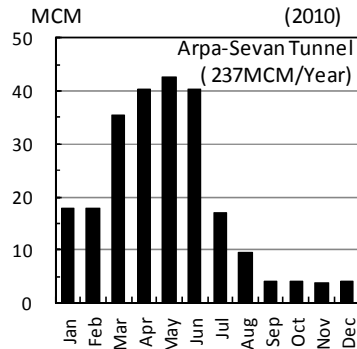
- D-1 Arpa-Sevan Tunnel and Lake Sevan
- D-2 Meteorological Data (1983-2012)
 - Hrazdan observation point
 - Fantan observation point
 - Ashtarak observation point
 - Yeghvard observation point
 - Yerevan Agro
- D-3 Correlation of Precipitation Data between each observation point
- D-4 Monthly Discharge River Flow (1983-2012)
 - Hrazdan observation station (Hrazdan River)
 - Lusakert observation station (Hrazdan River)
 - Yerevan observation station (Hrazdan River)
- D-5 10 days Discharge Flow (2003-2012)
 - Lusakert observation station (Hrazdan River)
 - Hrazdan observation station (Hrazdan River)
 - Hrazdan + Lusakert (Hrazdan River)
- D-6 Location Map of Observation Point
- D-7 Schematic Diagram of Yeghvard Irrigation Area
- D-8 Pump Station's Data
- D-9 Irrigation Norm
- D-10 Water Requirement for Each Crop
- D-11 Water Demand
- D-12 Example of Water Balance Calculation

(1) Arpa-Sevan Tunnel and Lake Sevan (Appendix D-1)

Average monthly discharges of Tsovinar observation station of Arpa-Sevan tunnel (m3/sec.)

Year	Water discharges, m3/sec.											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2010	6.72	7.40	13.20	15.60	15.90	15.50	6.30	3.55	1.59	1.56	1.52	1.54
2011	1.70	1.78	1.79	1.70	1.61	1.72	2.50	2.41	1.44	1.26	1.19	1.05
2012	1.02	0.97	1.33	1.54	9.61	7.58	2.20	1.73	1.04	0.76	0.71	0.92

Month (2010)	Discharge (MCM)	Month (2010)	Discharge (MCM)
Jan	18.0	Jul	16.9
Feb	17.9	Aug	9.5
Mar	35.4	Sep	4.1
Apr	40.4	Oct	4.2
May	42.6	Nov	3.9
Jun	40.2	Dec	4.1
Total			237.2

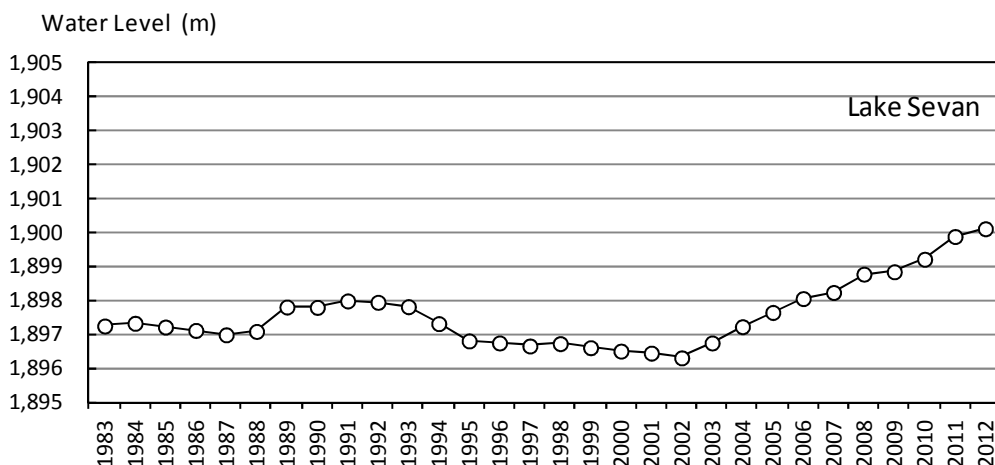


The level and volume of the water of Lake Sevan for 1983–2012 as of January the 1st of each year

Year	Level (m)	Volume (km ³)
1983	1,897.26	34.09
1984	1,897.34	34.19
1985	1,897.23	34.05
1986	1,897.13	33.93
1987	1,897.00	33.76
1988	1,897.10	33.89
1989	1,897.82	34.79
1990	1,897.81	34.77
1991	1,898.00	35.01
1992	1,897.96	34.96

Year	Level (m)	Volume (km ³)
1993	1,897.83	34.80
1994	1,897.33	34.17
1995	1,896.82	33.54
1996	1,896.76	33.47
1997	1,896.67	33.35
1998	1,896.74	33.44
1999	1,896.62	33.29
2000	1,896.52	33.17
2001	1,896.46	33.09
2002	1,896.32	32.92

Year	Level (m)	Volume (km ³)
2003	1,896.76	33.47
2004	1,897.24	34.06
2005	1,897.66	34.59
2006	1,898.07	35.10
2007	1,898.25	35.33
2008	1,898.79	36.01
2009	1,898.86	36.09
2010	1,899.23	36.56
2011	1,899.90	37.41
2012	1,900.13	37.71



Water Level of Sevan Lake (1983-2012)

(2) Meteorological Data (Appendix D-2)

Hrazdan (Latitude 40° 36', Longitude 44° 46', height 1765m.)

Monthly average temperature of air (°C)

	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
1983	-11.3	-8.3	-2.0	5.9	10.8	13.5	18.1	16.8	12.4	6.6	3.3	-3.4
1984	-4.6	-6.3	1.2	5.5	8.4	13.8	19.0	16.2	14.4	6.7	2.0	-7.9
1985	-5.8	-6.7	-6.4	7.0	11.9	15.3	15.7	17.5	14.1	6.5	3.5	-5.6
1986	-6.5	-3.5	-2.0	7.3	8.6	13.0	18.3	18.2	15.9	7.6	0.3	-5.2
1987	-2.8	-2.4	-3.0	3.5	11.9	15.8	17.7	16.8	12.2	4.3	0.2	-3.4
1988	-7.4	-5.5	-0.7	5.6	9.2	13.5	16.8	15.4	12.2	7.6	0.0	-2.8
1989	-10.3	-8.4	2.4	9.2	11.1	15.1	19.2	18.7	13.7	7.2	1.4	-3.2
1990	-8.8	-5.8	0.0	4.5	10.1	14.8	18.2	16.6	14.5	7.6	3.0	-2.6
1991	-6.9	-7.8	-0.2	7.3	9.4	14.6	17.7	18.3	14.3	9.2	1.4	-5.7
1992	-10.5	-8.5	-4.7	4.1	8.5	13.0	16.6	15.8	12.1	8.0	0.4	-5.1
1993	-8.9	-7.7	-3.3	4.1	9.5	13.9	17.2	16.3	13.2	6.8	-3.3	-4.8
1994	-5.5	-6.8	-0.5	7.6	10.2	13.6	16.3	16.8	14.0	8.9	1.9	-8.4
1998	-	-	-	-	11.3	17.0	18.2	18.6	13.5	9.3	4.8	-0.1
1999	-4.4	-	-	-	-	14.5	17.1	19.2	13.0	7.9	0.8	-2.5
2000	-6.9	-	-	-	-	16.0	23.8	19.0	14.2	7.1	0.9	-3.5
2001	-6.7	-3.0	3.8	7.9	9.9	15.6	18.1	18.8	15.5	8.1	0.3	-2.9
2002	-8.5	-3.0	1.4	4.1	8.9	14.2	17.7	17.5	15.4	9.4	3.0	-8.5
2003	-4.8	-5.1	-3.1	4.2	11.3	13.5	17.2	17.7	13.3	9.8	0.6	-4.2
2004	-6.0	-4.3	1.5	3.9	9.7	14.2	16.1	18.3	13.3	7.9	1.0	-8.8
2005	-8.4	-7.7	-1.1	6.1	10.5	13.7	18.6	18.3	13.6	7.4	1.8	-2.0
2006	-8.3	-4.8	0.9	6.9	11.5	18.0	17.1	20.8	14.0	9.1	0.7	-6.8
2007	-9.5	-6.1	-1.2	2.5	12.2	14.8	16.9	17.5	15.4	9.2	0.6	-5.5
2008	-11.8	-8.5	4.0	9.2	9.2	13.6	17.6	18.5	14.2	8.1	1.8	-5.2
2009	-7.7	-1.8	-0.2	3.4	10.4	14.3	17.1	14.9	11.5	9.0	2.2	-0.8
2010	-2.9	-0.9	3.2	5.5	10.3	16.8	19.5	18.5	16.2	9.0	2.6	-0.2
2011	-6.2	-6.3	-1.3	5.4	10.4	15.4	19.3	17.4	13.5	6.6	-3.5	-7.1
2012	-5.9	-8.7	-4.8	7.7	11.8	15.9	17.6	19.2	14.8	9.4	3.4	-4.4

Monthly average relative humidity of air (%)

	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
1983	75	78	75	65	72	73	68	68	66	66	82	76
1984	74	74	78	72	70	67	63	65	63	66	80	80
1985	84	78	75	68	68	68	71	59	56	64	73	83
1986	82	80	72	73	75	74	69	65	62	77	84	82
1987	83	83	76	70	62	62	66	65	63	73	70	79
1988	81	80	73	70	71	73	73	74	71	76	71	75
1989	70	71	67	59	63	68	68	65	64	77	80	74
1990	70	74	63	74	66	65	68	69	61	69	74	76
1991	76	73	71	65	65	70	64	67	61	69	79	80
1992	74	-	70	62	-	-	-	-	-	-	-	-
1998	-	-	-	-	84	81	78	65	68	64	78	86
1999	-	-	-	-	-	75	-	68	75	74	80	83
2000	84	-	-	-	-	66	-	60	77	79	83	90
2001	87	89	87	85	82	73	74	76	76	83	79	88
2002	84	85	85	82	75	73	70	70	72	77	81	84
2003	87	87	87	83	70	74	75	73	72	77	85	82
2004	83	83	80	80	77	75	73	72	68	74	81	-
2005	78	78	77	78	83	84	80	79	79	82	77	79
2006	76	77	76	83	76	70	78	71	79	85	73	71
2007	79	74	76	82	79	83	84	81	81	85	81	74
2008	74	72	70	67	77	77	77	70	75	80	80	85
2009	82	78	72	70	68	73	74	77	80	75	82	85
2010	84	84	73	79	77	70	66	61	66	81	68	70
2011	81	78	71	77	76	74	70	72	73	73	80	79
2012	77	77	70	72	76	72	70	64	67	75	81	84

Monthly average number of precipitations (mm)

	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
1983	26.5	37.2	66.0	30.0	141.4	117.3	10.5	68.5	10.1	61.4	169.9	21.7
1984	6.5	44.4	85.6	120.5	59.3	37.6	82.2	16.1	13.6	59.7	36.6	17.4
1985	69.4	170.3	36.3	39.6	95.1	54.4	49.1	9.8	0.9	39.4	5.0	50.9
1986	90.6	81.2	25.7	54.9	170.6	65.3	26.7	17.6	35.4	75.8	87.9	39.9
1987	163.2	88.7	48.7	87.4	96.4	15.9	21.2	34.4	28.1	99.7	74.6	128.2
1988	76.5	73.3	89.4	83.0	134.0	97.5	71.2	34.6	22.1	71.8	51.2	83.4
1989	1.9	9.4	29.0	41.2	42.9	50.0	24.7	12.9	27.2	113.9	143.5	51.6
1990	27.7	23.6	4.1	161.7	95.7	20.1	23.7	21.4	13.9	84.4	67.3	31.5
1991	66.1	64.6	63.1	70.4	63.5	59.2	36.0	19.3	7.2	39.0	80.9	61.7
1992	53.1	128.7	16.0	48.6	59.0	127.5	40.3	19.0	65.3	15.6	82.8	56.1
1993	22.0	91.4	33.5	81.2	90.3	90.2	17.8	47.2	20.4	42.9	56.3	11.0
1994	26.4	56.0	50.2	88.7	109.0	82.0	34.3	27.6	18.3	31.7	115.6	53.6
*1998	-	-	-	-	109.6	57.2	62.8	25.8	6.9	4.8	59.6	35.7
1999	0.0	-	-	-	79.2	109.5	42.3	31.8	57.5	65.2	45.3	23.8
2000	91.0	-	-	-	-	12.4	8.2	26.9	17.0	72.6	7.0	74.2
2001	7.7	69.7	102.5	92.0	110.1	22.6	68.8	35.3	0.0	76.0	51.3	114.7
2002	49.3	46.7	58.9	162.7	78.1	93.0	73.1	58.7	23.2	65.3	14.1	73.5
2003	40.3	75.2	113.2	152.9	53.3	79.4	78.9	55.2	31.7	121.6	86.3	48.9
2004	38.9	101.3	77.2	115.1	140.0	46.9	48.5	20.5	34.3	39.9	88.8	4.0
2005	62.2	51.9	172.4	81.9	125.3	82.0	19.1	43.6	68.7	72.2	38.1	40.5
2006	86.3	70.3	62.5	162.7	85.1	44.0	91.5	22.9	28.3	103.0	20.2	30.0
2007	50.3	58.2	77.0	192.5	75.4	74.5	89.4	38.3	0.5	65.4	123.6	31.8
2008	27.7	29.3	46.6	44.4	107.6	86.3	26.7	31.7	54.0	26.1	22.0	55.6
2009	26.0	40.6	113.4	110.8	93.1	80.3	136.1	62.4	129.5	18.6	54.5	60.7
2010	152.2	65.5	60.5	200.0	102.2	57.9	71.6	14.4	16.3	148.7	0.0	6.6
2011	58.1	103.7	76.7	182.1	120.8	29.7	54.2	27.9	19.8	52.6	45.0	17.9
2012	36.9	96.0	56.2	41.0	113.5	30.6	78.3	2.6	20.5	41.7	19.0	120.4

Total evaporation mm

	March	April	May	June	July	August	September	October	November	Year
1983	14.4	28.2	49.2	50.6	51.6	43.9	35.2	28.2	20.9	332.2
1984	19.0	27.5	42.1	51.9	55.1	42.0	40.6	28.4	18.9	374.3
1985	7.3	30.3	53.0	57.5	43.5	46.1	39.6	28.0	21.0	371.9
1986	14.4	30.8	42.7	49.2	52.3	48.3	44.9	30.1	16.6	381.9
1987	12.9	24.0	53.1	59.8	50.2	43.8	34.9	24.2	16.5	395.6
1988	16.2	27.6	44.2	50.8	47.1	39.9	34.7	30.2	16.2	352.5
1989	20.8	34.9	50.3	56.7	55.7	50.3	38.5	29.5	18.2	372.0
1990	17.3	25.7	47.0	55.5	52.2	43.2	40.8	30.1	20.4	369.1
1991	17.0	30.9	45.0	54.8	50.2	48.7	40.1	33.6	18.1	374.9
1992	10.2	25.0	42.3	49.2	46.4	41.0	34.5	31.0	16.8	309.0
1993	12.4	25.0	45.2	52.2	48.3	42.4	37.2	28.6	11.6	329.2
1994	16.6	31.3	47.3	51.2	45.5	43.7	39.4	32.8	18.8	368.2
1995										
1996										
1997	12.9	26.5	53.4	52.6	47.8	51.3	34.3	33.1	17.6	387.5
1998	15.8	30.3	53.4	64.9	52.0	49.5	38.8	33.3	22.9	404.8
1999	14.5	26.4	47.4	50.9	48.1	52.4	36.8	31.0	17.5	384.5
2000	14.5	26.6	47.4	52.1	48.2	48.8	39.9	29.0	17.3	369.1
2001	22.8	32.0	46.5	58.7	51.6	50.5	43.8	31.1	16.7	410.3
2002	19.3	25.0	43.3	53.3	50.1	46.2	43.5	34.0	20.4	370.6
2003	12.7	25.1	51.1	50.8	48.3	46.8	37.5	35.0	17.1	382.7
2004	19.5	24.7	45.8	53.3	44.8	48.7	37.5	30.8	17.6	368.6
2005	15.6	28.6	48.2	51.4	53.6	48.8	38.3	29.7	18.7	367.1
2006	18.5	30.0	51.5	69.8	48.2	58.1	39.5	33.3	17.1	401.9
2007	15.6	22.4	54.1	55.7	47.6	46.2	43.4	33.5	17.0	361.6
2008	23.2	35.0	44.4	51.0	49.9	49.4	39.8	31.2	18.6	344.9
2009	17.1	23.8	47.9	53.7	48.1	38.4	33.3	33.1	19.3	372.1
2010	22.0	27.4	47.6	63.9	56.9	49.6	45.9	33.1	19.8	450.8
2011	15.4	27.3	48.0	58.0	56.4	45.8	38.1	28.2	11.4	370.9
2012	10.1	31.7	52.7	60.2	50.0	52.1	41.5	34.0	21.0	393.8

Fantan (Latitude 40° 24', Longitude 44° 41', height 1800m.)

Monthly average temperature of air (°C)

	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
1983	-10.5	-8.1	-1.7	6.5	10.8	13.5	18.5	17.0	13.3	7.7	3.4	-2.9
1984	-4.2	-6.3	1.0	5.8	8.3	14.3	19.4	16.6	15.7	7.8	2.4	-7.7
1985	-5.5	-7.2	-5.8	7.5	12.4	16.1	15.9	18.6	15.1	7.1	4.8	-4.8
1986	-4.8	-3.3	-1.7	7.1	8.4	13.2	18.6	19.1	17.0	8.5	0.5	-5.1
1987	-2.2	-2.1	-2.7	3.7	12.8	16.4	18.3	17.7	13.4	4.6	1.1	-3.1
1988	-7.3	-5.7	-0.6	6.1	9.2	13.5	16.9	15.8	12.9	8.3	0.3	-2.5
1989	-9.6	-7.7	2.7	9.9	11.6	15.6	19.4	19.6	14.6	7.9	1.9	-2.6
1990	-8.5	-6.0	0.2	4.4	10.2	15.2	18.4	16.8	15.7	8.4	4.2	-2.3
1991	-6.9	-6.4	-0.1	7.6	9.5	14.7	18.2	18.4	15.0	10.2	2.3	-6.0
1992	-10.0	-	-4.0	4.3	8.3	12.8	16.4	16.1	12.4	9.2	0.7	-5.0
1993	-8.4	-7.6	-2.9	4.2	9.5	14.5	17.6	17.6	14.9	8.2	-3.0	-3.8
1994	-4.4	-6.3	0.0	8.6	10.6	14.0	16.8	17.6	15.0	9.6	2.1	-7.3
1995	-3.5	-2.5	1.7	6.4	12.0	15.0	17.6	19.3	14.6	7.4	2.7	-4.0
1996	-5.7	-3.2	-0.4	4.9	12.2	13.6	19.0	19.1	14.9	8.6	2.9	1.2
1997	-3.5	-6.1	-4.0	5.0	11.7	15.5	17.4	19.6	12.5	10.1	3.0	-3.4
1998	-6.4	-7.3	0.3	8.3	11.5	17.0	18.7	19.6	15.2	10.7	5.9	0.5
1999	-2.9	-1.5	1.3	6.3	10.9	14.9	17.7	20.7	14.3	9.2	1.3	-0.7
2000	-5.9	-5.1	-2.0	8.6	10.4	15.5	21.8	19.9	15.5	7.7	2.9	-2.8
2001	-5.4	-2.3	4.4	8.0	9.5	16.0	18.3	19.5	15.8	8.3	1.2	-2.2
2002	-6.6	-2.0	1.8	4.2	8.8	14.5	18.0	18.0	16.8	10.6	4.6	-7.6
2003	-4.1	-4.6	-3.1	4.6	11.8	14.0	17.8	18.6	13.9	11.1	1.7	-3.6
2004	-4.6	-3.4	2.4	4.5	10.0	14.9	17.0	19.4	14.7	9.9	2.3	-6.7
2005	-6.3	-6.4	-0.8	7.2	10.7	14.2	19.9	19.2	14.5	8.8	2.9	-0.2
2006	-7.7	-4.0	1.9	7.4	12.0	18.9	18.0	22.4	15.5	9.9	1.4	-5.3
2007	-7.7	-4.7	-0.8	2.6	12.8	15.5	17.8	18.4	16.9	10.5	1.1	-5.0
2008	-10.9	-7.3	4.9	10.2	9.6	14.3	18.6	20.1	15.6	9.5	3.0	-3.5
2009	-6.2	-1.2	0.3	3.8	11.0	14.8	17.8	15.7	12.3	10.6	3.2	-0.3
2010	-2.1	-1.0	3.3	5.6	10.7	17.6	20.3	19.9	17.5	10.3	5.2	1.9
2011	-5.0	-5.6	-0.3	5.7	10.5	15.9	20.2	18.3	14.1	7.6	-3.0	-5.2
2012	-4.8	-7.6	-4.0	8.2	12.4	16.4	18.1	20.4	15.7	10.7	4.6	-3.0

Monthly average relative humidity of air (%)

	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
1983	85	93	86	74	76	72	65	65	62	72	91	84
1984	87	87	88	80	75	64	60	62	56	73	89	90
1985	91	88	86	75	66	63	68	57	55	70	78	-
1986	87	93	82	87	81	74	66	58	55	71	89	88
1987	82	84	78	74	56	58	59	59	58	79	79	84
1988	88	88	79	72	71	72	68	71	64	66	65	71
1989	68	69	65	53	57	63	64	57	56	68	73	68
1990	70	72	59	68	63	58	64	64	51	61	63	70
1991	86	79	81	71	63	67	60	65	53	74	89	91
1992	85	-	83	70	-	-	-	-	-	-	-	-
1996	87	73	76	73	65	67	62	56	63	63	66	78
1997	64	70	63	59	62	61	70	59	62	65	69	80
1998	77	64	61	64	76	68	65	58	56	55	75	79
1999	74	61	63	67	62	72	67	58	65	62	76	69
2000	77	67	59	61	65	62	51	50	57	74	73	89
2001	80	69	67	63	73	64	65	59	53	65	77	89
2002	81	70	72	84	79	73	77	71	62	72	72	83
2003	89	88	85	78	63	72	69	64	65	69	74	75
2004	74	75	65	65	71	69	68	65	61	66	75	73
2005	75	75	73	65	73	71	68	70	69	71	74	74
2006	91	94	90	92	90	72	71	59	66	74	69	71
2007	74	73	75	74	68	67	68	66	61	66	72	72
2008	71	70	62	58	66	67	67	60	62	67	71	70
2009	71	71	64	65	63	68	68	68	71	65	70	74
2010	72	74	66	70	69	65	63	57	61	70	59	62
2011	75	73	63	69	69	65	65	66	66	65	73	71
2012	71	69	64	62	67	66	67	61	63	69	72	75

Monthly average number of precipitations (mm)

	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
1983	22.3	37.5	39.9	23.2	171.6	143.9	4.1	28.9	12.6	71.6	175.8	21.1
1984	4.0	52.9	91.5	114.4	39.4	14.9	51.9	12.0	5.2	64.6	32.6	18.2
1985	54.5	133.6	39.2	33.3	102.1	39.0	30.0	2.7	2.6	42.6	6.3	46.5
1986	43.5	54.9	11.5	74.7	199.8	73.6	28.2	2.6	18.5	68.8	98.5	32.2
1987	132.2	94.9	49.3	99.2	94.0	14.8	30.2	22.6	25.0	97.9	70.9	149.9
1988	66.9	64.8	85.8	78.5	153.4	130.2	67.6	41.9	25.3	60.0	43.0	75.1
1989	0.4	8.4	28.4	38.2	41.8	78.7	25.3	5.3	29.8	137.6	150.6	52.2
1990	28.6	15.3	8.3	176.6	98.0	17.1	32.3	17.1	9.0	72.1	68.4	34.8
1991	55.6	47.7	42.6	83.0	83.3	46.6	83.3	9.3	0.7	43.1	102.2	56.9
1992	43.0	114.8	18.9	30.6	86.2	125.9	41.2	25.9	58.4	9.5	66.5	38.2
1993	22.4	67.3	35.9	97.6	139.1	80.6	24.1	27.0	19.9	32.9	51.1	15.4
1994	35.0	61.9	70.5	122.8	106.9	94.8	35.8	19.6	30.6	59.9	86.6	47.7
1995	16.0	16.3	50.9	108.9	73.8	117.8	12.9	1.7	80.5	31.2	53.0	3.8
1996	44.4	54.3	71.2	128.8	61.3	36.1	53.3	24.2	17.9	36.3	1.0	108.0
1997	14.5	53.1	75.2	63.3	77.8	20.9	58.5	12.6	29.2	71.7	30.9	61.7
1998	24.0	43.3	46.2	69.1	105.5	85.2	66.0	15.3	1.4	18.2	44.4	31.5
1999	0.6	56.2	58.4	43.9	65.7	123.3	46.9	24.0	88.8	56.5	30.2	19.6
2000	55.2	37.6	24.9	73.8	99.4	13.5	15.6	14.4	14.5	63.8	5.6	57.7
2001	5.7	27.2	89.8	104.5	100.9	20.3	64.9	30.9	0.0	55.0	33.8	111.0
2002	49.2	37.9	56.2	145.0	85.6	61.8	56.5	32.1	13.4	54.6	18.1	69.8
2003	33.6	57.2	89.6	125.6	43.1	50.3	86.5	53.2	14.8	95.0	100.1	42.0
2004	32.6	60.9	66.5	99.3	103.2	42.8	33.1	12.8	22.7	28.9	86.4	2.8
2005	56.3	32.2	130.1	102.4	103.5	87.0	13.0	43.2	68.5	65.8	34.5	48.8
2006	81.9	68.9	58.6	189.2	73.2	35.6	86.6	4.0	28.3	102.0	29.5	31.3
2007	40.5	59.8	99.8	191.1	64.5	85.5	86.0	60.1	0.0	55.8	111.0	25.5
2008	35.6	26.2	50.0	34.3	122.4	66.4	15.6	8.7	51.4	24.0	22.3	52.0
2009	29.0	46.4	91.9	113.9	70.6	81.8	132.8	27.8	112.6	21.8	60.0	73.1
2010	115.4	72.0	64.1	208.8	110.1	53.7	38.7	21.2	27.1	135.9	0.0	8.8
2011	60.7	80.0	56.7	183.7	119.2	30.7	61.2	17.9	23.5	45.8	36.7	16.5
2012	40.1	82.2	54.4	61.8	77.8	37.0	40.2	1.2	16.9	28.0	19.7	75.8

Total evaporation mm

	March	April	May	June	July	August	September	October	November	Year
1983	14.1	32.2	55.1	49.2	50.5	38.2	35.8	33.9	21.7	341.4
1984	17.9	30.9	46.7	51.9	54.1	37.2	42.1	34.1	20.2	366.2
1985	7.9	34.5	61.7	58.8	42.1	42.6	40.5	32.5	23.8	372.9
1986	14.1	33.6	47.0	48.1	51.0	44.2	46.4	35.6	17.4	375.1
1987	12.7	26.8	63.0	60.1	50.0	39.9	35.9	27.6	18.2	383.3
1988	15.5	31.4	49.7	49.2	45.1	35.0	34.8	35.3	17.2	341.7
1989	20.2	40.3	58.4	56.6	53.9	45.7	39.2	34.4	19.5	383.9
1990	16.7	28.2	53.2	55.4	50.2	37.6	42.2	35.5	22.8	365.1
1991	16.3	34.7	50.5	53.4	49.5	42.1	40.3	39.9	20.0	371.2
1992	10.7	27.8	46.8	46.9	43.8	35.8	33.7	37.3	17.8	316.8
1993	12.4	27.8	50.7	52.6	47.6	39.7	39.9	35.0	12.5	337.5
1994	16.4	37.2	54.6	50.6	44.9	39.7	40.3	38.4	19.8	372.9
1995	18.8	32.2	59.8	54.4	47.5	44.9	39.2	33.3	20.5	394.5
1996	15.8	29.0	60.9	49.5	52.5	44.3	39.9	36.0	20.9	390.1
1997	10.8	29.2	58.6	56.3	46.8	45.7	33.8	39.7	21.1	380.0
1998	16.8	36.4	57.9	62.7	51.3	45.7	40.9	41.3	25.6	409.1
1999	18.1	31.9	55.6	54.0	47.7	49.3	38.3	37.4	18.6	401.3
2000	13.6	37.2	53.9	56.3	63.8	46.8	41.7	34.0	21.0	401.9
2001	22.7	35.7	50.5	58.4	49.9	45.6	42.4	35.2	18.4	399.6
2002	18.9	27.7	48.3	52.6	48.9	40.7	45.5	41.0	23.4	378.7
2003	12.1	28.5	59.1	50.6	48.3	42.7	37.4	42.4	19.1	379.4
2004	19.7	28.2	52.4	53.9	45.6	45.2	39.5	39.1	20.0	380.2
2005	15.3	33.9	54.8	51.6	55.7	44.6	38.8	36.4	20.9	384.2
2006	19.0	34.3	60.0	71.7	48.9	55.8	41.6	39.2	18.8	416.6
2007	15.4	24.9	63.3	56.4	48.0	42.0	46.0	40.8	18.2	381.3
2008	23.4	41.4	51.1	52.0	51.1	47.4	42.1	38.3	21.1	378.3
2009	16.9	26.9	55.8	53.8	48.0	34.7	33.4	41.2	21.3	373.6
2010	21.0	30.5	54.9	65.4	57.4	46.7	48.1	40.1	24.5	444.5
2011	16.1	30.7	54.3	57.9	56.9	41.8	37.9	33.7	12.4	374.4
2012	10.7	36.2	61.4	59.9	49.2	48.3	42.3	41.4	23.5	404.5

Ashtarak (Latitude 40° 17', Longitude 44° 21', height 1090m.)

Monthly average temperature of air (°C)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1989	-6.1	-2.6	8.6	15.5	17.6	22.7	26.7	25.7	19.7	12.4	6.3	1.7
1990	-6.2	-1.7	5.8	10.0	15.4	21.2	25.3	22.9	20.9	12.9	7.8	1.8
1991	-3.2	-2.1	5.3	12.8	14.5	21.6	24.9	25.4	20.5	14.9	6.2	-1.1
1992	-6.7	-3.5	2.3	10.3	14.1	18.6	23.3	22.9	19.0	13.9	4.7	-1.0
1993	-5.9	-4.8	2.9	10.1	14.6	19.9	24.4	23.8	19.9	12.4	1.2	-3.4
1994	-2.1	-2.8	4.9	13.4	15.4	19.3	23.3	23.5	20.5	14.6	6.6	-5.0
1995	-2.2	0.2	6.4	11.3	17.7	20.8	24.5	26.0	20.6	12.2	6.6	-0.6
1996	-0.3	2.2	5.9	10.7	17.9	19.8	26.1	26.0	19.1	13.2	6.7	5.3
1997	1.4	-1.9	2.2	10.4	17.6	21.0	24.6	25.9	17.6	14.4	6.3	0.3
1998	-3.2	-3.2	5.3	13.4	16.4	23.3	25.2	26.4	21.0	14.8	9.5	4.3
1999	1.4	4.0	7.2	11.7	16.1	21.0	24.5	26.9	19.2	13.5	5.9	1.5
2000	-1.5	-0.4	4.4	14.3	16.1	21.7	28.0	25.4	21.3	13.1	6.5	1.3
2001	-2.9	2.9	9.6	12.9	15.4	23.3	26.1	26.4	21.9	13.2	4.7	2.1
2002	-2.7	2.9	7.0	9.7	14.4	20.6	24.8	24.4	22.3	15.0	7.3	-6.1
2003	-2.6	0.1	2.4	10.9	17.5	20.0	24.7	25.3	20.0	15.5	5.6	-0.2
2004	-2.0	1.0	7.9	10.1	15.5	21.6	24.0	26.3	20.5	14.1	6.5	-4.3
2005	-5.1	-2.3	4.7	13.0	16.2	20.6	26.7	26.1	20.5	13.4	6.5	0.4
2006	-4.4	-2.0	7.4	12.5	17.2	25.1	24.7	28.4	21.0	14.5	5.6	-4.5
2007	-9.6	-1.8	5.3	8.8	17.8	21.6	24.3	24.7	22.8	15.2	5.6	-0.9
2008	-10.4	-2.8	10.1	15.2	15.3	20.9	25.8	26.2	21.1	14.1	7.3	-0.3
2009	-5.1	3.6	5.7	9.4	16.1	21.3	24.6	22.3	18.3	15.6	7.0	3.4
2010	1.5	3.9	8.5	10.9	15.3	23.8	26.9	26.3	23.3	14.3	7.9	3.8
2011	-1.0	-0.4	6.0	11.2	15.5	21.8	26.9	24.8	20.0	12.1	1.8	-2.7
2012	-0.2	-4.0	1.9	13.9	17.9	22.9	24.2	26.8	21.2	15.6	8.9	1.0

Monthly average relative humidity of air (%)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1989	70	64	59	53	44	41	40	41	42	63	73	73
1990	81	75	56	69	62	55	55	60	60	69	72	79
1991	74	63	64	58	59	55	52	56	56	67	77	78
1992	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1993	-	-	-	-	-	-	-	55	49	55	85	97
1994	87	75	62	52	60	54	50	51	50	60	72	81
1995	81	72	50	56	55	56	54	52	58	66	65	69
1996	76	65	67	60	58	54	51	51	55	60	59	80
1997	62	74	57	55	56	56	55	51	59	66	68	83
1998	82	63	60	60	68	53	-	55	61	63	80	81
1999	72	59	56	61	59	59	52	50	61	64	71	81
2000	77	69	53	57	63	50	48	50	56	72	71	91
2001	87	63	67	69	69	50	59	52	56	70	65	74
2002	62	55	58	75	73	52	47	49	45	66	66	83
2003	92	82	69	72	66	63	61	51	50	64	73	83
2004	85	78	64	68	71	57	52	47	50	60	70	71
2005	76	70	65	56	61	56	49	50	52	55	64	82
2006	82	83	64	74	67	48	45	30	37	58	61	73
2007	81	69	65	65	62	54	50	50	47	55	63	69
2008	78	68	58	55	62	57	54	53	58	67	69	74
2009	77	69	61	63	62	58	57	59	65	61	73	79
2010	77	76	63	71	80	62	53	49	56	71	63	68
2011	79	74	59	75	76	62	54	59	64	75	81	88
2012	82	81	71	70	75	68	74	66	71	80	87	91

Monthly average number of precipitations (mm)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1983	6.4	16.6	27.5	20.4	47.9	63.4	13.6	22.0	2.7	35.9	66.8	-
1984	10.6	25.3	69.3	61.9	24.2	8.3	23.9	9.6	2.1	48.3	18.5	-
1985	55.8	82.3	45.5	35.6	29.7	29.4	11.1	5.5	0.0	31.9	9.2	43.7
1986	25.3	28.8	20.3	24.5	112.0	43.6	29.8	8.6	11.7	36.9	63.9	8.2
1987	41.4	49.8	24.5	48.1	58.6	4.7	6.7	15.6	14.8	108.7	32.0	94.6
1988	63.7	16.8	37.0	55.9	85.8	91.6	24.4	23.0	5.8	44.4	14.6	34.3
1989	0.8	1.6	7.2	24.0	18.9	7.4	8.2	10.6	12.8	82.5	64.7	16.9
1990	22.5	6.9	1.0	85.3	34.5	14.0	17.3	19.1	10.6	33.8	24.4	18.6
1991	51.3	16.7	44.1	25.7	51.4	21.8	15.5	1.7	0.9	28.3	75.5	41.2
1992	33.2	62.7	27.1	28.2	40.9	57.1	7.3	7.9	21.6	4.0	45.1	44.1
1993	34.1	44.4	24.9	35.1	79.7	38.4	9.0	12.2	2.1	17.3	70.5	18.3
1994	26.7	75.9	40.5	100.9	102.8	44.1	10.1	8.7	15.0	30.4	63.4	45.4
1995	19.0	13.8	29.1	62.8	49.8	38.5	4.3	1.6	52.6	10.2	22.3	0.3
1996	41.5	22.4	25.3	77.4	42.1	20.3	21.1	4.2	14.7	24.2	0.0	60.4
1997	8.7	31.0	20.0	42.8	27.6	21.4	22.0	8.0	20.9	44.2	24.2	43.6
1998	29.5	19.0	23.6	39.8	73.5	34.2	22.2	2.4	1.0	3.8	27.3	10.4
1999	4.0	11.9	55.5	28.8	60.3	41.9	59.4	3.1	28.7	29.7	12.2	12.1
2000	46.3	21.6	12.2	37.1	62.8	4.8	10.3	3.1	4.0	34.0	1.2	22.8
2001	10.6	13.1	50.8	74.2	51.8	12.5	14.6	22.2	1.0	49.4	28.4	50.1
2002	9.9	15.8	19.6	115.5	58.1	40.2	54.0	23.1	20.0	24.2	10.8	58.8
2003	27.2	57.7	74.8	74.8	55.4	55.4	50.1	25.1	19.4	58.3	82.9	22.7
2004	26.5	31.7	29.2	64.4	51.9	24.9	10.5	3.0	12.3	24.2	49.7	1.9
2005	37.3	11.8	68.4	78.0	61.8	33.5	4.8	25.3	27.2	37.2	38.1	30.1
2006	56.1	40.4	8.7	110.6	58.9	36.0	32.9	4.2	15.2	67.0	9.2	26.1
2007	13.5	9.9	74.9	92.9	43.0	42.7	31.9	56.3	0.1	38.9	46.8	11.7
2008	24.6	8.6	18.7	7.6	58.0	50.3	12.0	11.5	42.8	19.2	13.0	35.4
2009	10.7	33.1	51.0	92.5	35.7	40.7	38.4	13.8	44.2	21.0	23.2	37.1
2010	62.4	35.7	16.6	117.8	135.6	4.5	32.3	0.3	3.8	81.1	0.0	0.3
2011	36.0	53.8	33.8	88.1	102.4	22.3	14.5	14.3	24.2	55.1	17.0	10.4
2012	12.4	66.6	13.7	43.6	41.1	24.9	33.1	0.1	14.7	34.5	10.3	47.0

Total evaporation mm

	March	April	May	June	July	August	September	October	November	Year
1989	31.1	53.6	63.0	61.1	61.1	48.8	41.3	32.3	24.1	445.5
1990	25.9	36.9	53.9	54.7	55.1	40.2	45.0	33.4	26.5	400.7
1991	25.0	44.7	50.6	56.3	53.7	47.9	43.8	38.2	23.8	426.3
1992	20.4	37.8	49.3	45.4	48.1	40.2	39.3	35.8	21.6	363.2
1993	21.2	37.3	51.0	49.9	51.8	42.9	42.0	32.2	16.9	373.3
1994	24.3	46.4	54.0	48.0	48.2	42.0	43.9	37.6	24.5	414.7
1995	26.9	40.4	63.2	53.2	52.2	49.8	44.2	31.9	24.5	434.3
1996	26.1	38.8	64.0	49.6	58.4	49.9	39.8	34.2	24.6	442.7
1997	20.2	38.0	63.1	53.9	52.6	49.5	35.6	37.0	24.0	435.4
1998	25.1	46.6	57.8	63.7	54.8	51.3	45.4	37.9	29.7	454.6
1999	28.4	41.5	56.6	54.1	52.2	53.2	39.9	34.7	23.4	449.3
2000	23.5	49.6	56.5	56.8	66.5	47.8	46.4	33.8	24.3	455.6
2001	33.2	44.8	53.9	63.5	58.3	51.4	48.4	34.0	21.6	455.9
2002	27.9	36.2	50.2	52.4	53.5	44.7	49.7	38.7	25.6	425.7
2003	20.5	39.1	62.3	50.3	53.1	47.7	42.3	40.0	22.9	424.5
2004	29.7	37.2	54.4	56.5	50.6	51.0	43.7	36.3	24.4	432.6
2005	24.0	45.4	57.1	52.3	60.8	50.3	43.8	34.6	24.4	426.6
2006	28.8	43.7	61.1	72.2	52.9	59.0	45.4	37.2	22.9	459.8
2007	25.0	34.1	63.7	56.3	51.6	45.5	51.4	39.1	22.9	399.5
2008	34.4	52.8	53.4	53.7	57.0	50.7	45.6	36.2	25.6	413.6
2009	25.6	35.6	56.7	55.0	52.8	38.6	37.5	40.3	25.1	405.0
2010	30.9	39.2	53.4	66.0	61.8	50.9	53.3	36.8	26.7	484.6
2011	26.3	40.1	54.4	57.1	61.6	46.1	42.3	31.6	17.6	429.5
2012	19.7	48.2	64.4	61.8	51.3	52.7	46.1	40.2	28.5	466.9

Yeghvard (Latitude 40° 19', Longitude 44° 29', height 1337m.)

Monthly average temperature of air (°C)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1983	-9.9	-5.8	1.8	10.0	14.3	17.5	23.2	21.7	17.2	11.0	6.2	-0.2
1984	-1.7	-2.8	4.5	9.2	12.0	18.8	24.1	21.3	19.6	11.1	5.3	-5.0
1985	-4.3	-4.5	-3.6	11.0	16.3	20.3	20.8	23.0	19.1	10.5	7.4	-2.5
1986	-3.7	-0.8	1.9	11.1	11.9	17.4	23.4	23.6	20.8	11.5	3.5	-1.8
1987	0.1	0.8	1.1	7.4	16.0	20.6	22.9	21.8	17.3	7.9	3.7	-0.3
1988	-5.9	-2.6	3.2	9.8	12.5	17.4	21.5	20.2	17.3	11.3	3.2	0.2
1989	-7.7	-4.7	6.2	13.4	15.5	20.3	24.5	23.9	18.5	11.0	4.8	-0.1
1990	-7.3	-3.0	3.8	7.7	13.5	19.4	23.3	21.6	19.8	11.7	6.3	0.1
1991	-4.8	-4.3	3.5	11.0	12.8	19.3	23.0	23.4	19.4	13.8	5.1	-2.8
1992	-8.9	-3.0	2.3	8.2	12.2	16.7	21.4	20.8	16.8	12.2	4.7	-2.0
1993	-7.3	-6.1	0.5	8.2	12.9	18.2	22.5	22.1	19.0	11.3	0.0	-4.3
1994	-3.2	-4.5	3.1	12.1	14.1	18.4	21.7	22.3	19.1	12.9	5.1	-6.0
1995	-2.4	-0.9	5.5	9.8	15.8	19.4	22.5	23.8	18.5	10.7	5.3	-2.0
1996	-2.8	-0.4	3.4	8.6	16.1	18.3	24.0	23.9	18.5	12.1	5.2	3.8
1997	-1.0	-3.0	2.0	8.7	15.5	20.3	22.2	24.0	16.5	13.4	5.0	-1.4
1998	-5.6	-5.7	3.5	11.6	15.3	21.9	23.1	24.2	19.4	13.7	8.0	3.2
1999	-0.6	1.5	5.6	9.8	14.5	19.6	22.7	25.2	18.0	12.8	4.6	1.2
2000	-4.0	-3.4	2.8	12.3	14.1	20.3	26.6	24.2	19.7	11.4	5.0	-0.1
2001*	-3.7	0.9	7.7	11.2	13.5	20.9	23.5	24.2	20.2	11.6	3.5	0.5
2008	-	-	-	-	-	-	-	23.9	19.1	12.7	5.8	-1.7
2009	-5.9	1.6	3.8	7.3	14.1	18.9	21.9	19.7	16.0	13.9	5.9	2.5
2010	0.2	2.4	6.8	8.8	13.3	21.4	24.4	23.9	21.3	13.0	6.9	3.1
2011	-2.6	-2.5	3.8	9.1	13.5	19.3	24.4	22.5	17.9	10.7	0.1	-4.1
2012	-1.6	-6.0	-0.8	11.6	15.7	20.6	22.1	24.5	19.4	14.2	7.5	-0.1

Monthly average relative humidity of air (%)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1983	68	67	59	51	60	57	49	50	48	53	77	70
1984	67	66	70	62	60	49	47	48	46	56	70	67
1985	76	77	68	58	54	48	50	42	43	59	67	71
1986	71	71	56	57	67	59	50	45	45	67	76	68
1987	68	72	64	59	51	48	47	50	46	67	68	76
1988	85	76	67	58	64	62	56	57	49	68	70	76
1989	70	66	62	51	52	54	49	49	51	72	79	72
1990	76	73	50	71	64	51	51	52	47	64	72	79
1991	74	68	66	61	58	57	50	53	50	60	80	81
1992	79	-	67	57	-	-	-	-	-	-	-	-
1996	71	61	67	64	59	51	48	43	49	58	59	76
1997	65	68	62	55	56	50	52	46	52	62	68	76
1998	73	64	61	57	65	56	54	46	50	50	68	71
1999	66	55	55	57	52	53	49	45	53	55	62	68
2000	70	65	65	55	59	46	38	43	44	56	60	77
2001	79	59	60	61	59	45	46	44	42	56	63	74
2008*	-	-	-	-	-	-	-	47	54	63	68	78
2009	73	71	63	65	60	60	61	61	65	60	74	77
2010	78	80	64	75	74	55	53	46	51	73	62	66
2011	78	72	58	69	70	60	52	53	55	63	74	76
2012	67	71	59	61	62	54	57	47	53	61	70	78

Monthly average number of precipitations (mm)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1983	14.3	33.9	35.4	11.2	68.2	70.7	16.0	17.9	5.4	43.8	97.4	11.6
1984	6.6	45.2	79.5	79.6	31.0	10.2	15.7	7.0	0.8	51.0	10.9	13.3
1985	63.4	111.6	44.2	28.7	30.7	21.4	22.3	0.5	1.1	33.5	5.2	41.8
1986	21.2	26.5	16.6	34.7	108.6	43.8	25.9	1.4	7.7	46.2	67.9	12.8
1987	78.3	53.8	42.2	52.1	78.6	6.0	3.7	25.9	14.0	86.0	37.6	106.0
1988	62.9	28.4	39.9	42.1	109.5	75.5	18.5	37.7	13.1	47.1	22.2	46.8
1989	0.2	2.1	16.0	20.4	27.7	18.0	13.8	2.1	17.0	102.3	89.5	22.5
1990	24.0	7.0	2.8	123.0	62.6	20.8	16.6	11.1	8.3	47.6	32.7	22.5
1991	52.1	22.8	35.5	42.4	54.4	58.5	40.7	9.9	1.5	22.7	76.2	31.6
1992	37.9	77.8	32.1	26.5	61.7	81.1	15.1	17.8	30.9	5.3	56.7	41.9
1993	27.5	49.3	33.7	40.3	87.3	37.2	11.8	8.4	3.7	28.1	56.9	12.7
1994	28.0	64.8	43.1	140.2	63.8	50.7	13.6	10.3	16.8	32.8	70.6	36.4
1995	19.3	16.3	47.8	87.9	46.7	28.8	7.1	22.0	68.6	14.3	30.2	0.3
1996	37.3	31.6	40.9	92.6	46.3	18.6	58.8	1.1	15.3	32.1	0.0	62.4
1997	9.1	31.2	49.6	44.5	43.2	33.5	33.4	7.9	12.4	52.6	21.4	48.7
1998	28.3	42.8	29.1	47.4	92.5	44.5	60.9	1.8	2.9	4.4	35.8	19.2
1999	0.9	20.1	48.0	37.4	52.0	47.5	71.4	28.1	32.6	39.1	16.1	13.9
2000	51.6	24.9	14.7	42.7	75.4	15.3	16.7	6.7	7.9	43.7	4.0	42.2
2001	6.5	21.6	65.1	63.6	50.5	12.5	13.4	28.2	0.0	58.5	30.7	71.4
2002	23.0	20.0	29.0	122.0	66.0	59.0	23.0	27.0	8.0	36.0	14.0	51.0
2003	24.0	45.0	72.0	70.0	37.0	54.0	27.0	20.0	11.0	48.0	46.0	18.0
2004	25.6	21.9	33.5	42.4	66.3	32.9	34.5	11.1	15.7	32.3	26.5	3.3
*2008	-	-	-	-	-	-	-	7.1	41.4	11.2	14.5	37.3
2009	23.7	35.9	54.4	95.2	35.5	42.7	89.2	12.8	82.4	13.8	26.6	44.2
2010	74.8	48.0	41.4	139.8	98.4	16.2	48.3	1.9	3.9	92.5	0.0	3.8
2011	41.3	53.7	35.4	103.1	131.3	33.0	36.1	21.0	6.1	37.7	21.4	9.9
2012	25.0	69.5	20.3	35.2	35.8	48.6	43.8	1.1	17.6	23.7	14.2	69.0

Total evaporation mm

	March	April	May	June	July	August	September	October	November	Year
1983	19.8	39.0	55.3	49.8	52.4	44.8	35.9	33.6	22.7	364.4
1984	24.0	36.9	47.2	54.5	55.9	43.5	42.5	33.9	21.4	397.8
1985	11.9	41.7	63.6	60.7	44.3	49.1	41.0	32.5	24.6	399.3
1986	20.0	41.9	46.9	49.4	53.2	51.2	46.3	34.8	19.0	399.0
1987	18.8	32.8	62.2	62.0	51.4	45.1	36.1	27.4	19.2	403.3
1988	21.9	38.4	48.9	49.4	46.5	40.3	36.1	34.3	18.6	363.3
1989	26.8	49.1	60.1	60.7	57.4	52.3	39.3	33.6	20.7	420.5
1990	22.9	33.5	52.3	56.9	52.8	44.5	43.1	35.3	22.9	388.1
1991	22.4	41.7	49.9	56.5	51.7	50.5	41.9	40.7	21.1	405.2
1992	20.6	34.7	48.0	47.1	46.3	41.9	34.7	36.4	20.6	348.2
1993	17.9	34.5	50.1	52.3	50.0	46.0	40.8	34.2	14.6	358.7
1994	21.8	45.0	54.7	53.0	47.0	46.9	41.0	38.3	21.1	400.3
1995	25.7	38.4	61.6	57.1	50.1	52.0	39.4	33.1	21.4	418.1
1996	22.3	35.5	62.7	52.7	55.5	52.5	39.3	36.3	21.3	419.0
1997	20.1	35.7	60.1	60.7	48.9	52.7	34.1	39.6	21.0	413.6
1998	22.4	43.4	59.3	67.9	52.1	53.4	41.9	40.4	25.6	433.1
1999	25.8	38.4	56.1	57.7	50.6	57.3	37.9	38.0	20.5	430.2
2000	21.4	45.6	54.4	60.5	66.4	53.6	42.9	34.5	21.0	433.3
2001	29.6	42.3	52.3	63.4	53.4	53.4	44.2	35.0	18.9	431.6
2008						52.3	40.9	37.8	22.1	156.5
2009	22.9	32.5	54.4	54.8	47.7	38.8	33.0	41.1	22.3	382.0
2010	28.0	36.0	51.7	65.8	57.0	52.2	48.1	38.4	23.8	452.4
2011	22.8	36.7	52.3	56.4	57.0	47.3	37.8	33.0	14.7	394.3
2012	16.1	43.3	61.1	62.0	48.4	54.6	41.8	41.7	24.7	429.4

Yerevan Agro (Merdzavan) (Latitude 40° 11', Longitude 44° 24', height 942m.)

Monthly average temperature of air (°C)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1983	-11.6	-4.5	4.5	13.0	17.1	19.4	26.1	24.5	19.5	13.2	8.0	0.1
1984	-0.9	-1.2	7.3	11.8	14.9	22.1	26.7	24.0	21.9	12.6	6.7	-4.1
1985	-4.6	-3.0	-2.6	13.7	19.4	23.6	23.8	25.8	21.0	11.9	7.5	-1.5
1986	-3.7	1.1	4.7	14.1	14.4	20.4	26.4	26.2	22.5	12.7	5.2	-0.2
1987	1.7	2.9	3.7	9.7	18.6	23.4	25.8	24.3	19.4	10.2	4.0	0.8
1988	-4.9	0.2	5.8	12.3	15.0	20.3	24.5	23.0	19.6	13.3	3.8	0.5
1989	-9.0	-4.1	8.7	15.3	18.2	23.2	27.3	26.3	19.9	12.6	6.1	-0.2
1990	-8.1	-2.4	5.4	10.2	15.9	21.7	26.4	24.5	20.9	12.9	6.0	-0.1
1991	-5.2	-4.0	5.6	13.4	15.7	22.1	25.4	25.7	20.7	-	5.3	-
1992	-7.8	-3.6	2.5	10.7	15.2	19.6	23.3	23.4	19.1	12.8	3.4	-2.5
1993	-8.2	-5.6	2.9	10.6	15.4	21.2	25.4	24.7	20.8	12.2	1.5	-3.4
1994	-3.1	-2.6	5.6	14.7	16.8	21.0	24.7	24.7	21.3	14.5	5.8	-6.6
1995	-4.4	0.2	7.3	12.2	18.8	22.0	25.3	26.6	21.0	12.5	6.9	-1.9
1996	-0.5	1.4	6.2	11.5	19.4	21.3	27.2	26.9	20.2	13.8	5.3	4.8
1997	0.8	-2.6	2.8	11.7	18.9	22.5	24.9	26.8	18.4	15.0	5.3	-0.3
1998	-5.4	-3.8	6.7	14.5	18.1	24.3	26.0	26.8	21.5	15.0	9.3	3.5
1999	0.5	4.5	8.1	12.6	17.5	22.3	26.0	28.2	20.6	14.5	6.6	1.1
2000	-1.1	-0.5	4.9	15.4	17.0	22.5	29.5	26.9	21.9	13.3	5.7	1.0
2001	-2.5	2.3	9.7	13.1	15.8	23.3	26.4	27.0	22.1	12.7	4.5	1.7
2002	-3.4	3.1	7.8	12.1	15.0	21.0	25.8	24.9	22.7	14.8	6.2	-7.4
2003	-3.8	0.1	3.0	11.0	18.3	20.7	25.3	26.2	20.8	15.6	5.8	-0.2
2004	-2.9	1.3	7.8	10.8	16.0	21.5	24.4	27.1	20.8	13.6	6.6	-4.8
2005	-7.2	-2.6	5.6	13.9	17.2	21.6	27.8	27.2	21.5	13.8	6.6	-0.1
2006	-4.6	-2.8	8.1	13.4	18.4	26.3	25.9	29.2	21.8	15.0	5.4	-5.7
2007	-11.0	-2.6	6.4	9.6	18.7	22.6	25.5	25.7	23.5	15.8	5.7	-1.3
2008	-11.8	-2.3	10.6	16.1	16.2	22.0	26.7	27.0	22.0	14.6	7.0	-1.4
2009	-7.4	3.8	6.3	10.3	17.3	22.0	25.1	22.9	18.9	15.4	7.4	3.1
2010	2.0	4.4	9.3	11.4	16.1	24.6	27.8	27.3	24.1	14.9	6.0	1.8
2011	-1.2	-0.3	6.7	12.1	16.5	22.7	27.8	25.9	20.8	12.9	2.4	-2.8
2012	-0.3	-5.3	2.4	14.8	19.0	24.0	25.5	27.8	22.0	16.3	8.6	0.9

Monthly average relative humidity of air (%)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1983	78	77	66	55	58	57	45	47	50	58	76	79
1984	74	74	71	65	64	52	48	52	46	60	76	81
1985	85	75	74	62	56	52	50	46	49	59	68	77
1986	77	76	62	54	60	53	40	39	45	65	77	71
1987	71	77	64	56	52	50	43	45	46	58	73	78
1988	82	71	65	59	63	50	39	49	42	54	63	71
1989	66	63	53	53	51	50	38	33	44	62	66	73
1990	77	72	54	66	57	50	47	44	48	56	67	73
1991	73	67	65	56	58	53	54	52	51	64	72	86
1993*	-	75	-	-	65	-	52	54	53	59	80	81
1994	78	71	62	54	58	52	48	48	50	59	71	75
1995	74	72	52	55	45	35	32	33	43	55	56	64
1996	66	60	64	55	49	48	40	37	40	43	54	73
1997	67	60	65	47	48	46	48	40	45	59	63	66
1998	65	51	49	42	43	34	29	33	35	40	57	59
1999	54	46	46	46	43	39	36	38	46	48	52	63
2000	61	57	44	48	54	51	43	35	39	55	68	81
2001	78	59	58	59	57	42	36	37	36	49	63	69
2002	62	53	52	68	59	49	48	47	46	57	63	71
2003	75	66	60	62	49	52	47	44	50	63	75	80
2004	83	71	58	55	61	49	44	42	46	60	73	76
2005	75	66	64	52	58	49	41	43	47	55	69	89
2006	81	80	56	63	54	39	46	36	44	70	63	75
2007	83	74	64	65	56	49	47	47	42	57	75	82
2008	78	72	53	46	55	46	42	40	48	64	71	83
2009	85	73	62	59	55	50	50	49	59	60	74	82
2010	83	80	62	70	67	47	43	36	45	72	69	74
2011	81	79	57	65	64	51	42	44	49	61	72	80
2012	73	76	64	54	54	44	47	38	46	57	73	83

Monthly average number of precipitations (mm)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1983	10.9	24.4	26.2	11.7	48.9	65.3	3.2	8.2	3.4	33.3	51.4	7.0
1984	12.5	24.6	60.4	47.0	53.9	4.5	17.7	6.2	1.1	36.6	8.5	8.8
1985	42.0	81.8	41.3	15.2	15.6	21.5	23.4	0.5	1.0	19.5	5.9	36.1
1986	20.7	19.1	17.9	33.4	70.1	25.8	43.8	0.4	5.9	29.4	61.1	9.1
1987	27.4	28.9	24.1	40.8	31.1	1.9	9.1	9.0	2.1	87.7	26.9	73.6
1988	40.1	12.9	48.2	31.0	66.6	38.0	12.6	28.6	8.7	37.9	9.0	43.4
1989	0.2	2.2	11.7	22.0	26.4	11.6	8.7	10.4	16.6	74.2	47.5	14.2
1990	20.9	6.3	0.0	67.0	50.4	12.3	5.4	9.3	2.0	29.8	18.6	15.1
1991	49.7	7.3	52.3	23.8	20.5	25.8	18.0	9.4	0.8	-	66.2	-
1992	23.4	42.5	22.8	20.7	33.6	72.0	5.3	14.5	30.2	4.6	49.9	18.9
1993	26.9	33.3	10.1	22.9	64.2	-	27.1	10.8	4.2	20.6	85.0	13.1
1994	27.1	55.3	33.1	60.4	58.5	40.8	10.5	2.2	13.4	25.7	59.7	32.8
1995	15.5	7.5	20.7	45.8	38.9	22.6	4.2	0.4	35.6	7.2	10.8	0.0
1996	21.2	21.8	37.0	63.0	32.5	38.5	1.1	0.0	8.3	21.3	0.0	19.0
1997	8.6	19.8	19.8	17.6	20.7	19.1	25.9	6.2	5.0	17.2	6.8	22.5
1998	21.3	15.1	13.5	16.2	63.8	26.5	26.3	0.4	0.4	6.2	24.3	6.8
1999	0.9	16.8	25.1	23.0	36.0	41.4	41.8	3.2	30.0	13.5	2.7	8.7
2000	32.1	9.5	15.5	35.1	52.0	5.3	1.4	0.8	4.9	28.2	1.0	20.3
2001	5.8	6.8	55.2	68.7	40.4	10.2	7.5	9.8	0.0	27.7	20.0	34.1
2002	12.1	4.8	16.0	106.7	69.6	35.2	35.3	14.6	1.8	28.4	8.7	36.5
2003	15.8	35.4	68.8	42.3	11.3	47.6	31.1	20.8	15.7	46.2	57.9	13.1
2004	25.4	22.0	26.4	47.7	50.5	19.9	7.4	0.8	5.4	14.8	20.4	1.3
2005	44.8	9.2	61.4	56.9	73.6	30.7	4.4	11.6	16.2	14.3	23.9	26.0
2006	44.3	42.3	9.4	100.7	37.7	9.3	31.5	0.5	4.5	51.7	7.6	30.1
2007	23.2	9.2	55.3	98.2	24.8	37.1	28.1	33.4	0.0	37.2	49.6	8.8
2008	22.8	11.5	12.9	10.9	55.2	32.8	2.8	4.3	34.9	10.3	9.8	25.5
2009	13.2	24.8	30.8	59.2	29.1	22.3	62.4	20.5	59.3	12.4	21.0	24.8
2010	48.8	47.9	17.8	114.4	109.4	13.8	20.8	2.3	22.6	90.9	0.0	1.9
2011	29.4	45.5	24.0	87.0	78.7	25.0	18.8	6.1	19.7	23.6	10.9	9.3
2012	11.1	52.4	8.7	32.7	22.9	50.4	47.0	2.1	5.7	7.2	12.7	49.2

Total evaporation mm

	March	April	May	June	July	August	September	October	November	Year
1983	24.5	46.1	59.9	47.4	56.4	43.3	41.1	36.5	27.6	382.2
1984	29.5	42.5	51.4	57.4	58.7	41.8	48.7	35.0	25.3	428.1
1985	13.7	48.3	70.5	63.8	48.0	47.4	45.7	33.4	26.7	424.8
1986	24.8	49.7	49.6	50.9	57.5	48.7	50.8	35.3	22.9	422.3
1987	23.2	36.9	66.6	62.9	55.2	42.7	40.8	29.8	21.1	427.7
1988	26.7	43.9	51.7	50.5	50.4	39.0	41.4	36.8	20.9	389.5
1989	32.3	54.0	64.8	62.0	61.2	49.0	42.2	35.0	24.3	436.4
1990	26.0	38.1	55.1	55.8	57.5	43.3	45.3	35.8	24.2	396.9
1991	26.4	47.4	54.3	57.4	53.7	47.1	44.7	36.0	23.1	415.4
1992	21.3	39.4	52.5	48.1	46.4	40.1	39.9	35.5	20.3	359.1
1993	21.9	39.2	53.2	53.8	53.7	43.9	45.0	34.1	17.7	375.4
1994	26.4	51.8	58.7	53.1	51.1	43.9	46.6	39.9	23.9	425.4
1995	29.5	43.6	67.6	57.0	53.3	50.1	45.7	34.8	25.6	436.2
1996	27.4	41.6	70.5	54.2	60.8	51.1	43.2	38.0	23.1	453.2
1997	21.8	42.2	68.1	59.0	51.9	50.8	38.0	41.3	23.1	439.5
1998	28.3	51.1	64.3	67.0	56.0	50.8	47.3	41.3	30.0	462.2
1999	31.1	44.8	61.7	58.2	56.0	55.9	44.4	39.9	25.1	463.0
2000	25.2	54.4	59.5	59.0	71.0	51.1	48.7	36.8	23.7	468.8
2001	34.5	46.4	54.7	62.4	57.5	51.5	49.4	35.3	21.9	450.4
2002	30.5	43.3	51.7	53.1	55.2	44.5	51.5	40.8	24.5	426.1
2003	22.1	40.2	65.2	52.0	53.3	48.7	45.0	43.1	23.9	425.0
2004	30.5	39.6	55.5	55.2	49.9	51.9	44.9	37.5	25.1	422.8
2005	26.3	49.1	60.4	55.4	63.3	52.2	47.3	38.2	25.1	436.5
2006	31.0	47.2	65.7	77.1	55.5	59.9	48.4	41.4	23.2	475.2
2007	27.7	36.7	67.3	59.6	54.1	47.1	54.7	43.6	23.7	417.2
2008	36.7	57.0	56.4	57.1	58.9	51.4	49.0	40.4	25.9	431.7
2009	27.7	38.5	61.0	56.9	52.5	38.7	39.3	42.4	26.5	405.5
2010	33.6	41.5	55.8	68.3	63.2	52.4	56.9	41.0	24.2	487.2
2011	28.3	43.3	57.4	60.0	63.4	47.7	45.0	35.8	18.9	437.4
2012	21.2	52.3	68.7	65.6	54.1	54.3	49.2	45.2	28.7	479.0

(4) Monthly Discharge River Flow (Appendix D-4)

Hrazdan river – Hrazdan o.s. – Average, minimum and maximum monthly discharges of water

Year	Water discharges, m ³ /sec.											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1983	2.04	1.97	5	15.4	18.6	13.8	4.16	3.23	2.84	2.76	4.76	2.8
1984	2.44	2.03	4.37	22.5	27.8	13.1	4.46	2.53	2.56	2.46	2.33	2
1985	2.05	2.11	3.03	22.9	16.9	5.23	2.9	2.08	2.39	2.41	2.23	2.17
1986	2.05	2.1	3.39	15.2	19.5	13.6	3.4	2.78	2.56	2.74	3.06	4.4
1987	7.21	5.69	3.18	16.2	45.8	11.5	3.11	2.69	2.65	2.85	3.33	3.18
1988	2.6	2.63	5.71	38.3	51.8	29.8	10.4	5.19	3.64	3.9	3.87	4.27
1989	3.44	3.17	5.86	12.5	5.66	3.78	3.39	3.22	3.32	4.97	5.04	7.63
1990	3.65	2.79	9.88	28.5	35.1	13.6	5.4	4.8	4.88	5.21	6.24	4.84
1991	2.86	2.96	9.14	18.7	32.4	8.15	3.72	3.03	3.64	3.52	3.96	4.01
1992	3.87	3.87	5.24	21.9	33.8	23.2	8.15	4.54	5.43	4.61	5.26	5.67
1993	5.87	6.28	7.63	27.1	46.2	21.6	5.27	5.45	4.8	5	4.56	4.47
1994	4.8	5	11.8	31.4	38.3	9.48	5.07	3.85	4.09	3.81	4.09	4.11
1995	4.38	4.26	9.06	28	28.6	12.1	4.52	3.08	3.32	2.28	3.41	2.97
1996	2.22	2.73	3.3	13.4	32.9	5.53	2.83	4.26	2.05	2.28	2.94	3.21
1997	2.5	2.59	2.77	21.3	31.2	10.5	4.55	2.72	2.99	3.17	3.74	2.76
1999	1.91	1.91	2.21	8.2	12	7.53	5.19	2.61	2.45	2.04	2.02	1.86
2000	1.93	1.98	2.55	16.4	13.4	5.77	2.19	1.94	2.17	2.48	2.43	2.36
2001	1.97	2.08	5.65	13.9	15.2	6.07	2.44	2.14	2.04	2.11	1.96	2.14
2002	2.07	2.14	3.9	13.7	30	17.1	5.45	3.95	3.46	3.24	2.57	2.11
2003	2.49	2.37	2.67	36.3	33.7	10.3	4.26	3.46	2.91	3.98	6.88	3.37
2004	2.63	2.46	14.1	17	28.6	11.8	4.7	3.46	4.74	4.11	4.17	3.53
2005	2.77	2.79	3.97	34	24.5	7.86	4.25	3.88	4.56	5.81	5.7	3.96
2006	3.58	3.47	7.7	40.6	31.3	6.74	6.1	3.64	2.98	3.22	2.89	2.59
2007	2.64	2.6	3.87	14.4	59	11.6	4.75	3.71	3.09	3.26	4.4	3.18
2008	2.92	2.68	8.79	14.1	12.7	8.31	3.93	3.46	3.62	3.26	3.22	2.98
2009	2.76	2.77	4.5	11	30.7	12.1	7.35	5.47	5.62	4.98	5.28	3.77
2010	4.12	5.06	19.5	24.1	31.9	12	5	3.57	3.49	5.17	4.33	3.84
2011	3.53	3.37	7.49	28.5	46.4	19.9	5.95	3.98	4.12	4.82	4.8	3.67
2012	3.94	3.2	3.6	17.4	13.2	7.64	6.78	4.6	3.83	3.42	3.2	3.09
average	3.15	3.07	6.2	21.5	29.2	11.71	4.82	3.56	3.46	3.58	3.89	3.48
max.	7.21	6.28	19.5	40.6	59	29.8	10.4	5.47	5.62	5.81	6.88	7.63
min.	1.91	1.91	2.21	8.2	5.66	3.78	2.19	1.94	2.04	2.04	1.96	1.86

Hrazdan river – Lusakert o.s. – Average, minimum and maximum monthly discharges of water

Year	Water discharges, m ³ /sec.											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1983	2.64	3.19	3.20	3.28	4.33	5.49	2.67	2.33	2.51	10.20	3.25	2.52
1984	2.91	3.55	7.02	10.60	6.68	3.98	2.94	2.85	2.99	3.58	3.49	3.21
1985	3.23	3.30	3.52	5.97	4.22	3.50	3.36	3.30	2.89	3.29	3.28	2.80
1986	2.74	3.08	3.03	4.96	7.24	5.57	2.46	2.65	2.86	3.20	3.56	2.81
1987	2.83	3.04	3.55	9.87	11.90	3.06	2.62	2.63	2.74	3.62	4.22	3.46
1988	3.47	3.21	5.72	18.90	15.50	6.94	4.06	3.26	4.21	7.34	3.97	4.00
1989	3.20	3.14	3.64	3.66	3.40	3.54	3.86	3.75	3.59	3.76	6.87	4.98
1990												
1991												
1992												
1993												
1994												
1995												
1996												
1997												
1998												
1999	4.26	4.31	4.26	5.43	4.59	5.01	4.76	4.75	4.55	4.66	4.90	4.62
2000	3.76	3.75	4.28	6.27	4.82	3.01	2.52	2.71	3.22	3.18	3.00	2.71
2001	2.50	2.51	3.13	4.33	3.39	2.61	3.06	2.84	2.73	3.07	3.20	3.08
2002	2.55	2.57	3.46	7.86	9.01	5.11	3.23	3.50	3.39	3.10	3.44	2.64
2003	2.54	2.72	3.41	14.70	9.49	6.07	4.50	3.20	2.93	3.02	3.58	2.74
2004	2.61	2.77	9.70	7.48	7.98	5.41	4.98	4.36	4.40	4.32	6.08	3.76
2005	3.42	3.54	4.11	12.90	7.28	4.59	3.90	3.87	4.09	5.12	6.45	3.89
2006	2.98	3.02	4.64	13.40	9.16	4.18	3.86	3.35	3.36	3.35	3.38	3.34
2007	2.54	2.62	3.39	5.92	20.80	3.44	3.25	3.13	3.15	3.31	3.25	3.16
2008	3.03	3.18	4.19	3.95	3.13	2.65	2.76	2.98	3.03	3.02	3.07	2.56
2009	2.30	2.31	2.84	4.26	5.60	3.78	2.60	2.80	3.09	3.28	3.48	3.10
2010	3.19	3.78	7.99	9.28	8.88	4.80	3.87	3.01	2.73	3.10	2.72	2.62
2011	2.42	2.64	4.05	9.83	10.20	3.95	3.09	2.43	2.62	2.88	3.00	2.81
2012	2.64	2.75	3.01	5.77	4.67	3.46	3.39	3.02	3.07	3.22	3.06	3.15
average	2.94	3.09	4.39	8.03	7.73	4.29	3.42	3.18	3.25	3.98	3.87	3.24
max.	4.26	4.31	9.70	18.90	20.80	6.94	4.98	4.75	4.55	10.20	6.87	4.98
min.	2.30	2.31	2.84	3.28	3.13	2.61	2.46	2.33	2.51	2.88	2.72	2.52

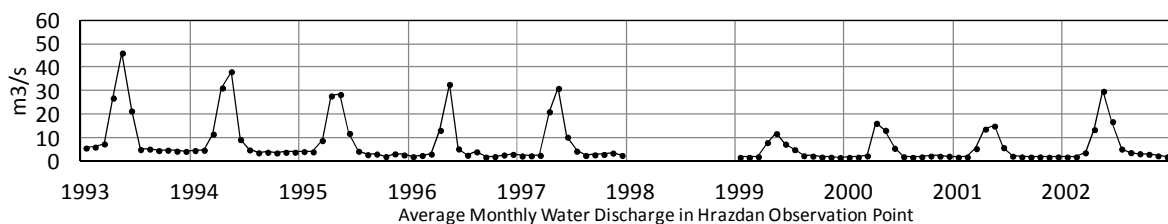
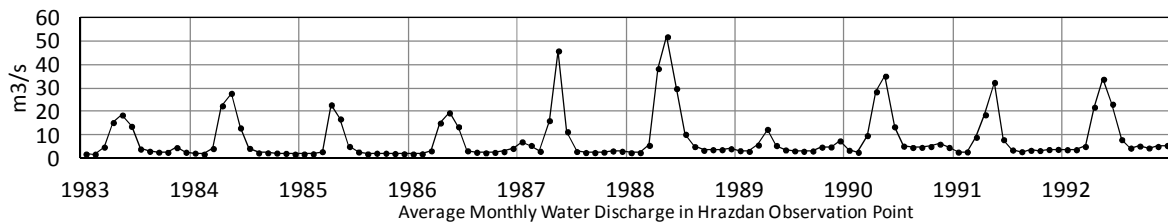
Hrazdan river – Yerevan o.s. – Average, minimum and maximum monthly discharges of water

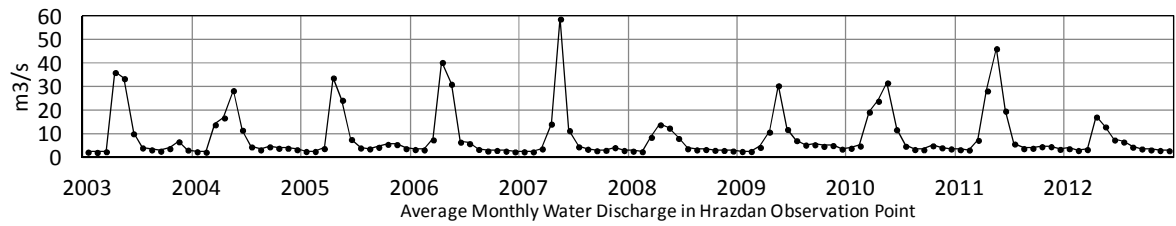
Year	Water discharges, m3/sec.											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2001	3.91	4.36	5.68	4.6	3.28	2.54	2.36	2.33	2.23	2.48	3.28	3.73
2002	3.66	3.88	3.56	4.9	11.7	6.6	4.26	3.8	3.82	4.01	3.8	3.88
2003	4.16	4.89	5.08	28.6	19.2	3.11	2.29	3.11	3.46	5.31	5.08	4.97
2004	4.02	3.91	24.9	26.9	13.1	2.9	2.85	1.98	2.54	5.18	4.52	5.37
2005	5.54	11.5	29.7	71.9	13.1	4.87	-	-	-	-	-	-
2006	-	14.2	34.4	46.7	21.9	1.72	2.09	2.23	2.15	4.58	4.43	10.7
2007	5.57	5.96	7.8	17.7	51.8	3.34	2.26	2.72	2.41	2.24	7.24	10.8
2008	5.09	6.84	15.6	10.4	3.01	3.5	3.66	4.53	4.76	3.84	3.89	4.76
2009	6.4	10.4	11.2	11.6	9.99	7.35	7.92	5.12	1.96	1.91	4.83	8.91
2010	7.19	14.5	19.9	18.2	17.5	3.83	3.53	3.35	3.34	7.97	9.47	10.5
2011	10.5	9.78	7.18	19	15.2	6.06	3.64	3.34	2.88	2.88	3.06	11.7
2012	11.7	10.3	10.3	16.9	6.62	3.38	2.65	2.27	2.17	2.47	2.48	2.52
average	6.16	8.38	14.61	23.1	15.5	4.1	3.41	3.16	2.88	3.9	4.73	7.08
max.	11.7	14.5	34.4	71.9	51.8	7.35	7.92	5.12	4.76	7.97	9.47	11.7
min.	3.66	3.88	3.56	4.6	3.01	1.72	2.09	1.98	1.96	1.91	2.48	2.52

Kasakh river – Ashtarak o.s. – Average, minimum and maximum monthly discharges of water

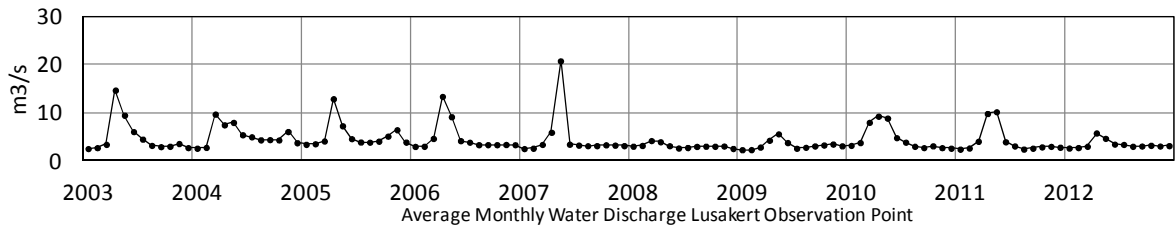
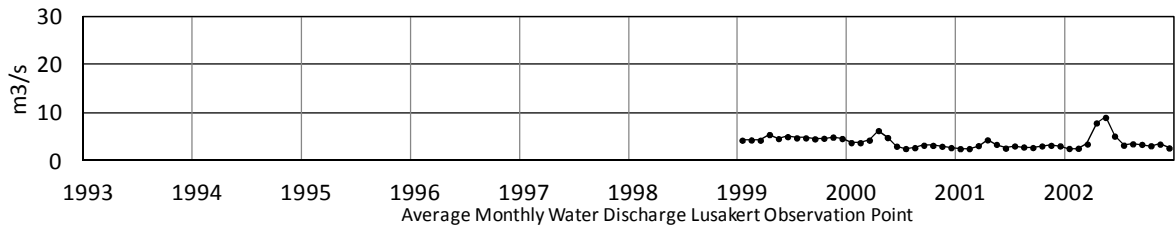
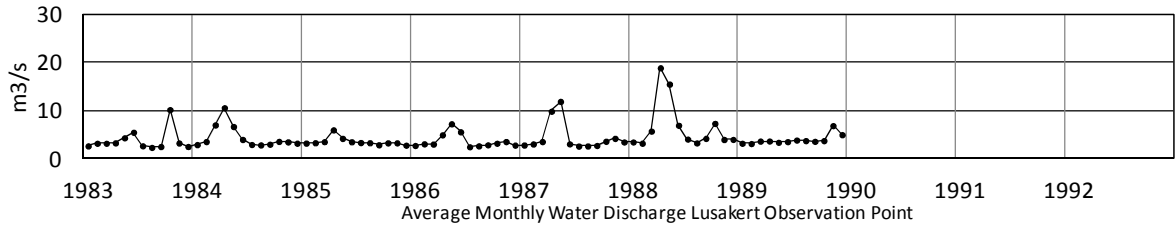
Year	Water discharges, m3/sec.											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1983	2.48	2.44	3.29	5.24	2.76	2.88	2.71	2.63	2.47	1.92	2.45	2.03
1984	1.94	2.12	9.9	4.8	2.44	2.59	2.77	3.36	2.92	2.07	2.37	2.73
1985	2.94	2.88	3.15	12.5	2.41	2.44	2.87	3.1	2.74	2.64	2.68	3.27
1986	3.32	3.35	3.76	3.57	3.43	2.86	2.42	2.43	2.41	2.86	3.02	3.33
1987	3.59	3.16	2.6	6.6	2.64	2.53	2.37	2.31	2.3	2.56	3.18	3.25
1988	3.04	3.03	3.54	17.8	4.38	2.67	2.22	2.22	2.54	2.63	3.34	3.15
1989	2.88	2.39	2.96	1.7	1.3	1.38	1.44	1.41	1.44	1.69	2.44	2.42
1990	2.02	2.1	3.23	3.04	1.62	1.07	1.1	1.16	1.42	2.44	2.49	2.45
1991	1.93	1.86	7.65	8.11	-	1.48	1.53	1.44	1.59	1.98	2.89	2.05
1992	2.35	2.2	2.12	10.2	2.27	2.13	2.01	2.05	2.17	2.17	2.23	2.27
1993	2.17	2.28	2.25	8.49	3.4	2.59	2.24	2.36	2.23	3.4	3.78	2.63
1994	2.68	2.53	2.64	6.53	2.81	3.18	2.34	2.3	2.46	2.55	2.61	2.65
1995	2.52	2.48	3.55	6.69	3.19	2.36	2.3	2.48	2.86	2.55	2.4	2.22
1996	2.21	2.25	3.4	10.9	4.81	2.27	2.4	2.55	2.61	2.42	2.38	2.35
1997	3.04	2.84	2.98	8.36	3.04	2.55	2.78	2.5	2.6	2.81	3.22	2.89
1998	2.54	2.46	3.25	3.73	2.93	2.4	2.48	2.47	2.37	2.4	2.49	2.53
1999	2.56	2.65	2.72	3	2.26	2.54	2.28	2.76	2.22	2.16	2.58	2.78
2000	2.55	2.6	2.63	5.38	1.92	2.12	2.49	2.73	2.59	2.56	2.48	2.79
2001	2.67	2.77	3.5	3.12	1.7	1.63	1.97	2.2	1.45	1.78	2.02	2.31
2002	1.71	1.85	3.59	10.5	1.94	2.03	2.09	2.16	1.97	2.07	1.88	2.57
2003	2.93	2.88	2.81	13	3.67	2.6	2.3	1.9	1.9	2.08	5.57	2.24
2004	2.13	2.25	7.33	4.6	5.53	3.47	3.42	3.14	2.58	3.16	3.16	2.45
2005	2.54	2.99	3.51	7.54	3.05	2.84	2.6	2.4	2.59	2.58	2.91	2.9
2006	3.15	3.21	4.56	7.38	4.16	5.19	2.46	2.67	2.31	3.27	3.39	3.09
2007	2.82	3.04	3.3	5.45	5.13	3.96	2.85	2.58	2.63	2.63	2.96	3.1
2008	2.8	2.7	3.68	2.95	2.78	2.39	2.61	2.4	2.48	2.65	2.8	2.85
2009	2.85	2.81	3.27	4.65	3.29	2.69	2.7	2.82	2.72	2.87	3.12	2.93
2010	2.94	3.18	6.62	6.3	4.58	2.63	2.56	2.74	2.69	3.11	3.04	2.61
2011	2.39	2.58	3.43	7.15	3.72	3	2.65	2.89	3.78	3.28	3.07	2.61
2012	2.53	2.44	2.78	6.51	2.94	2.57	2.52	2.43	2.77	2.99	3.02	2.61
average	2.61	2.61	3.8	6.86	3.11	2.57	2.38	2.42	2.39	2.54	2.87	2.67
max.	3.59	3.35	9.9	17.8	5.53	5.19	3.42	3.36	3.78	3.4	5.57	3.33
min.	1.71	1.85	2.12	1.7	1.3	1.07	1.1	1.16	1.42	1.69	1.88	2.03

Hrazdan Observation Point

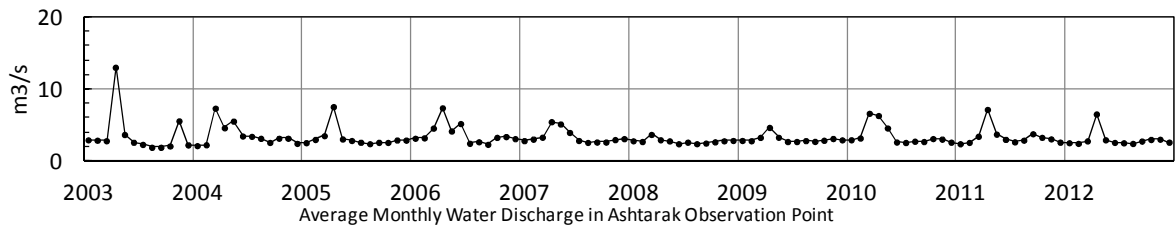
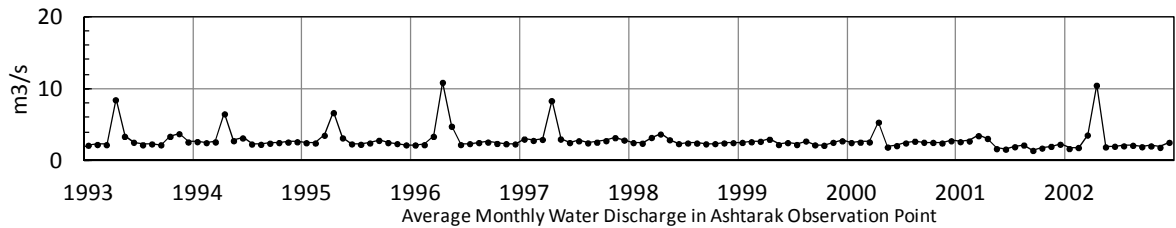
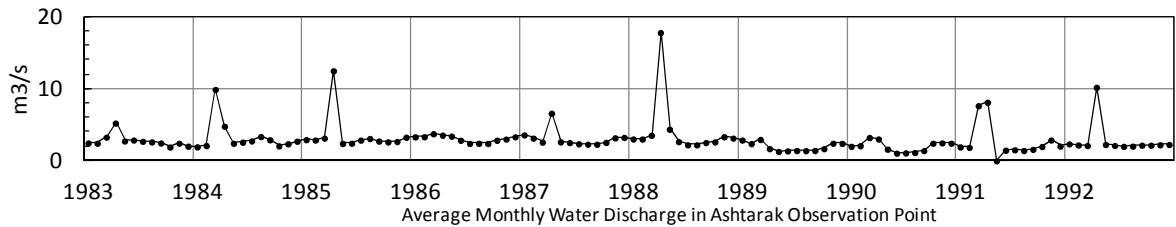




Lusakert Observation Point



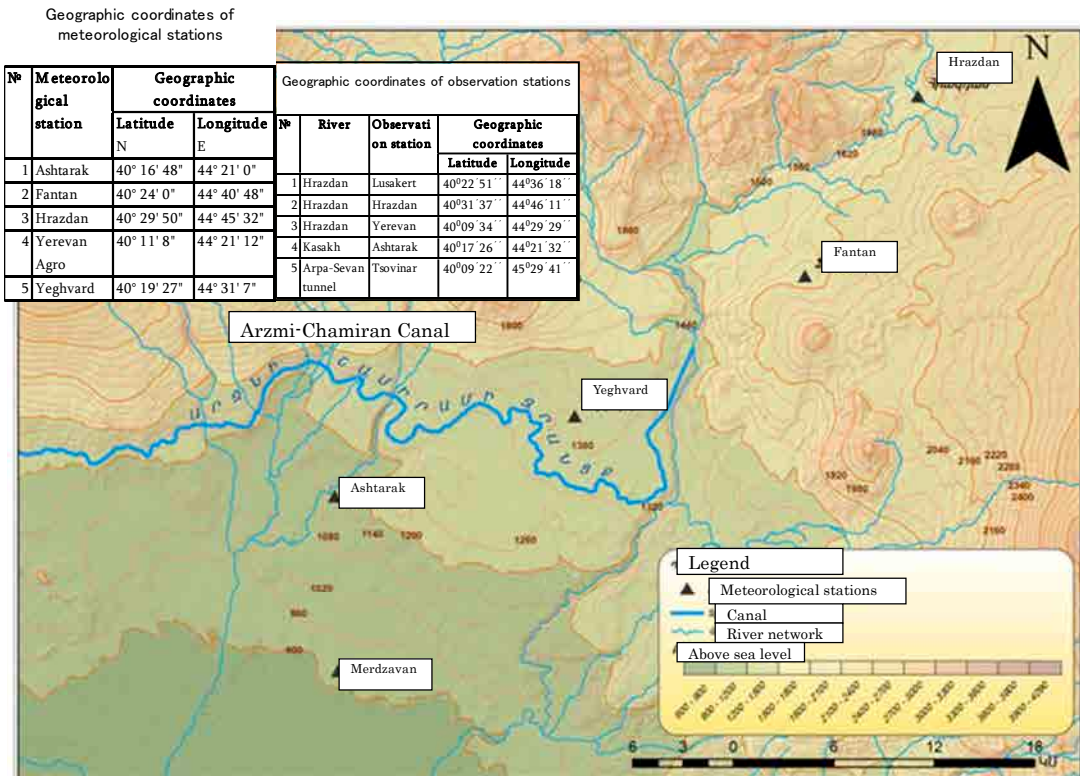
Ashtarak Observation Point



Mean, maximal, minimal decade discharges of Hrazdan river–Hrazdan station + Lusakert station (cubic meter per second), for 2003–2012

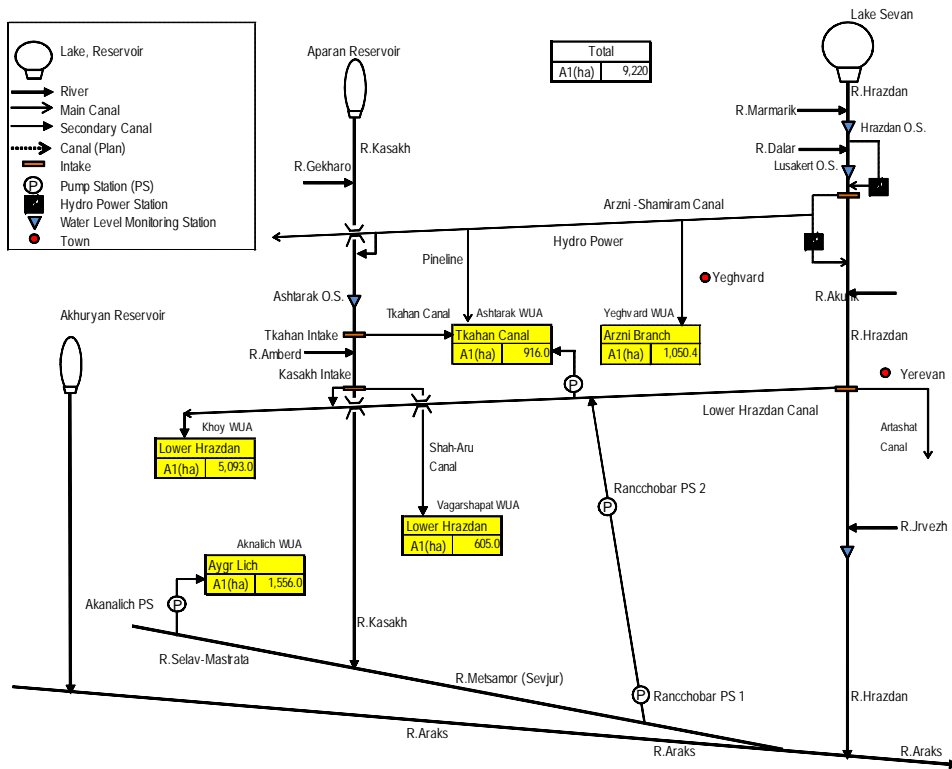
Year	Decade	Month											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2003	1	5.01	5.31	5.5	40.9	54.4	22.35	9.95	7.41	6.01	6.71	8.59	6.8
	2	5.03	4.98	6.34	53.7	47.76	14.13	7.46	5.78	5.82	6.07	14.99	6.2
	3	5.07	4.97	6.36	58.5	28.59	12.59	8.86	6.75	5.68	8.11	7.83	5.39
	max	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	min	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2004	1	5.5	5.09	38.3	14.73	49.16	24.12	10.79	8.02	10.28	8.42	13.13	7.34
	2	5.11	5.23	12.46	28.6	34.12	15.35	8.89	7.61	9.01	8.45	9.86	7.2
	3	5.12	5.4	20.86	30.08	27.35	12.12	9.38	7.82	8.15	8.41	7.76	7.32
	max	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	min	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2005	1	6.23	6.2	8.73	13.73	39.61	15.96	9.3	7.24	9.27	10.23	18.85	8.34
	2	6.22	6.18	7.39	49.4	35.5	12.16	7.65	7.91	8.15	9.89	9.14	7.64
	3	6.15	6.69	8.1	77.7	21.3	9.28	7.57	8.06	8.55	12.52	8.47	7.6
	max	6.42	7.55	18.5	130.6	53.2	23	12.68	10.59	11.23	20.13	25.32	8.86
	min	5.83	5.88	6.32	9.4	14.92	7.34	6.79	6.59	7.79	8.38	7.9	7.05
2006	1	6.82	6.46	7.31	34.64	62.3	14.34	14.58	7.25	6.26	6.33	6.47	5.87
	2	6.56	6.58	11.09	58.14	38.98	9.36	8.25	6.89	6.4	6.84	6.37	5.96
	3	6.32	6.43	18.14	69.19	21.59	9.07	7.26	6.84	6.35	6.56	5.96	5.94
	max	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	min	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2007	1	5.22	5.18	6.07	9.34	105.8	18.36	8.27	6.94	6.58	6.11	7.96	6.46
	2	5.12	5.21	6.32	17.33	105.2	13.88	8.88	6.77	6.09	6.76	8.22	6.47
	3	5.2	5.27	9.2	34.37	33.13	12.92	6.98	6.81	6.04	6.83	6.79	6.12
	max	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	min	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2008	1	6.04	5.74	7.41	16.21	13.61	10.19	8.17	6.3	6.41	6.1	6.3	5.93
	2	5.84	5.92	11.81	19.74	17.44	10.65	6.19	6.44	6.97	6.02	6.28	5.47
	3	5.98	5.9	19.17	18.18	16.47	12.05	5.8	6.56	6.56	6.67	6.28	5.26
	max	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	min	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2009	1	5.1	5.01	6.16	14.32	40.26	18.8	10.91	9.19	6.83	9.36	11.78	6.99
	2	5.08	5.23	8.42	13.03	34.47	15.2	10.31	8.19	8.06	7.99	7.63	6.61
	3	5.02	4.97	7.43	18.53	34.2	13.76	8.78	7.49	11.25	7.52	6.87	6.99
	max	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	min	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2010	1	7.56	6.45	13.15	20.14	42.4	24.3	9.22	7.03	5.95	9.02	7.58	6.7
	2	7.22	8.96	50.6	31.54	48.87	14.63	8.43	6.48	6.25	7.83	7.06	6.65
	3	7.14	11.68	19.33	48.56	32.03	11.6	8.96	6.27	6.44	7.99	6.76	6.07
	max	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	min	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2011	1	5.93	5.72	6.65	30.4	87.9	33.88	10.36	5.87	6.49	7.28	8.32	6.49
	2	5.96	6.04	10.15	33	44.55	22.16	9	6.21	6.83	7.79	7.88	6.6
	3	5.96	6.35	17.3	51.7	39.35	15.41	7.53	7.1	7.1	8.01	7.17	6.37
	max	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	min	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2012	1	6.57	6.01	5.65	16	20.9	12.23	10.74	8.91	6.77	6.79	6.19	6.31
	2	6.62	5.85	5.71	32.5	18.65	10.61	10.5	7.39	6.89	6.71	6.23	6.25
	3	6.57	6.02	8.28	21.13	14.42	10.44	9.04	6.65	7.05	6.46	6.34	6.15
	max	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	min	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(6) Location Map of Observation Point (Appendix D-6)

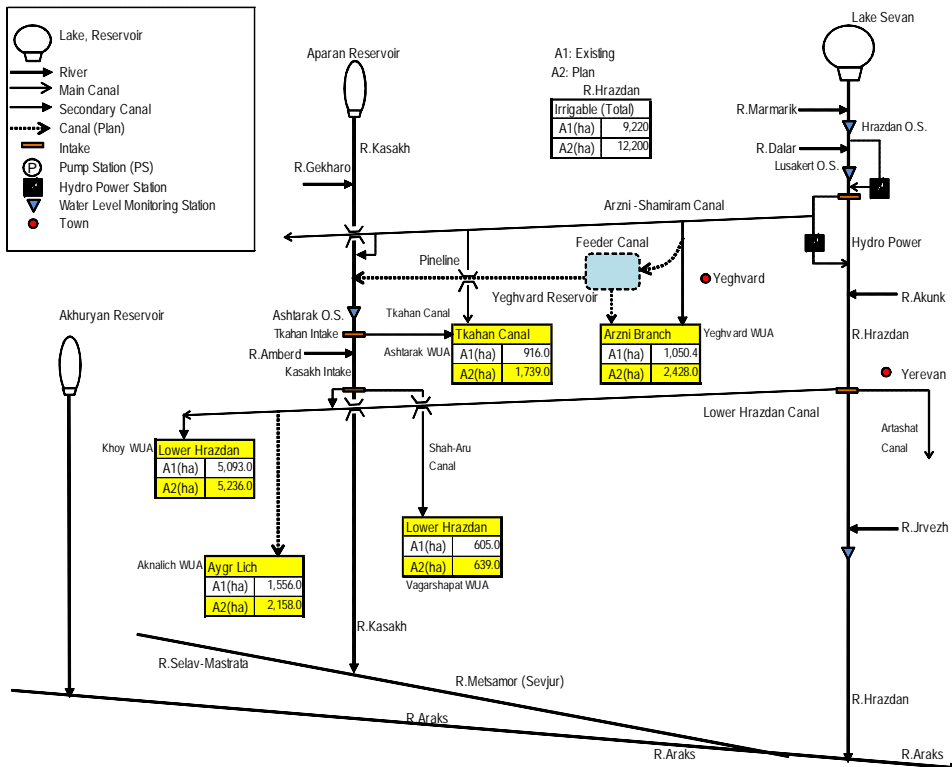


(7) Schematic Diagram of Yeghvard Irrigation Area (Appendix D-7)

(Existing)



(Plan)



(8) Pump Station's Data (Appendix D-8)

No.	Name of community	Farmland are in cadastr ha	Irrigated lands ha	WUA members	Total family members	Managed by WUA		Electric charge in 2013 (kWh/h) thousand
						deep wells	pump station	
Yeghvard WUA								
1	Zovuni	654.2	413.2	867	3468	-	-	-
2	Kasakh	634.0	301.0	325	1300	-	-	-
3	Proshyan	1139.7	336.4	2	8	-	-	-
	Total	2427.9	1050.6	1194	4776	0	0	0
Khoy WUA								
1	Lernamerdz	105.4	69.0	89	356	1	-	0
2	Amberd	352.5	329.0	358	1432	-	3	62.86
3	Aghavnatun	475.5	423.0	658	2632	1	4	1153.08
4	Doghs	285.2	271.0	288	1152	-	-	0
5	Aragats	452.7	587.0	584	2336	3	2	485.23
6	Tsaghkalanj	312.0	477.0	273	1092	1	1	90.48
7	Hovtamej	215.3	211.0	272	1088	6	-	569.8
8	Tsiatsan	205.1	204.0	224	896	3	1	412.64
9	Samaghar	532.6	469.0	639	2556	12	-	698.84
10	Haytagh	647.6	425.0	591	2364	10	1	763.28
11	Ferik	159.0	110.0	72	288	3	-	106.96
12	Arshaluys	1023.0	859.0	787	3148	18	1	1587.68
13	Akmalich	471.0	659.0	543	2172	11	3	1837.87
	Total	5236.9	5093.0	5378	21512	69	16	7768.72
Vagharshapat WUA								
1	Mrgastan	173.6	160.0	319	1276	1	-	100.36
2	Tsaghkunk	138.4	120.0	226	904	4	-	186.32
3	Artimet	327.3	325.0	333	1332	17	-	1000.62
	Total	639.3	605.0	878	3512	22	0	1287.3
ՋՕԸ Ashtarak WUA								
1	Sasunik	1045.8	755.0	723	2892	-	-	-
2	Norakert	130.0	32.0	270	1080	-	-	-
3	Baghramyan	200.0	28.0	349	1396	-	-	-
4	Merdzavan	363.1	100.0	374	1496	-	-	-
	Total	1738.9	915.0	1716	6864	0	0	0
Akmalich WUA								
1	Taronik	404.9	286.0	415	1660	3	-	264.24
2	Artashen	723.8	651.0	662	2648	15	1	910.18
3	khorunk	481.7	322.0	614	2456	10	-	737.1
4	Griboyedov	547.4	297.0	322	1288	5	-	251.38
	Total	2157.8	1556.0	2013	8052	33	1	2162.9
Pump Station								
1	Akmalich						1	1801.00
2	Metsamor						1	1602.02
3	Baghramyan						1	
4	Norakert						2	
5	Merdzavan						3	1651.04
	Total						8	5054.06
	TOTAL	12201	9220	11179	44716	124	25	16,272.98

Irrigation Standards for Ararat Plain, Armavir Marz (heavy sand)

No.	Crop	Irrigation Water Volume (m3/ha)																	Total (m3/ha)
		1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th	8th	9th	10th	11th	12th	13th	14th	15th	16th	17th	
1	Wheat	950	950	950	950														3,800
	starting date	(28-Sep)	(20-Apr)	(21-May)	(12-Jun)														
	ending date	(20-Oct)	(20-May)	(11-Jun)	(28-Jun)														
2	Maize	800	800	800	800	800							4,000						
	starting date	(20-Apr)	(17-May)	(17-Jun)	(28-Jun)	(15-Jul)													
	ending date	(16-May)	(17-Jun)	(27-Jun)	(14-Jul)	(29-Jul)													
3	Alfalfa	900	900	900	900	900	900	900	900										8,100
	starting date	(6-Apr)	(12-May)	(1-Jun)	(23-Jun)	(10-Jul)	(26-Jul)	(11-Aug)	(27-Aug)	(18-Sep)									
	ending date	(8-May)	(31-May)	(22-Jun)	(9-Jul)	(25-Jul)	(10-Aug)	(26-Aug)	(17-Sep)	(6-Oct)									
4	Vegetables	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650						8,450
	starting date	(10-Apr)	(12-Apr)	(7-May)	(24-May)	(7-Jun)	(21-Jun)	(4-Jul)	(17-Jul)	(29-Jul)	(12-Aug)	(26-Aug)	(10-Sep)	(25-Sep)					
	ending date	(30-Apr)	(1-May)	(23-May)	(6-Jun)	(20-Jun)	(3-Jul)	(16-Jul)	(28-Jul)	(11-Aug)	(25-Aug)	(9-Sep)	(24-Sep)	(7-Oct)					
5	Early variety potato	650	650	650	650	650							3,250						
	starting date	(25-Mar)	(1-May)	(17-May)	(1-Jun)	(14-Jun)													
	ending date	(11-Apr)	(16-May)	(31-May)	(13-Jun)	(26-Jun)													
6	Grape	900	900	900	900	900	900	900											7,200
	starting date	(15-Apr)	(20-May)	(16-Jun)	(1-Jul)	(16-Jul)	(31-Jul)	(14-Aug)	(10-Oct)										
	ending date	(10-May)	(15-Jun)	(30-Jun)	(15-Jul)	(30-Jul)	(13-Aug)	(31-Aug)	(30-Oct)										
7	Orchard	500	500	500	500	500	500	500											4,000
	starting date	(20-Apr)	(23-May)	(18-Jun)	(6-Jul)	(22-Jul)	(6-Aug)	(23-Aug)	(11-Sep)										
	ending date	(20-May)	(17-Jun)	(5-Jul)	(21-Jul)	(5-Aug)	(22-Aug)	(10-Sep)	(5-Oct)										

Irrigation Standards for Ararat Plain, Armavir Marz (heavy sand)					
Wheat					
Irrigation Norm					
N	(m3/ha)	From	To	(Days)	(l/s)
0					
1	950	(28-Sep)	(20-Oct)	23	0.478
2	950	(20-Apr)	(20-May)	31	0.355
3	950	(21-May)	(11-Jun)	22	0.500
4	950	(12-Jun)	(28-Jun)	17	0.647
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
	3,800				

Irrigation Standards for Ararat Plain, Armavir Marz (heavy sand)					
Vegetable					
Irrigation Norm					
N	(m3/ha)	From	To	(Days)	(l/s)
0					
1	650	(10-Apr)	(30-Apr)	21	0.358
2	650	(12-Apr)	(1-May)	20	0.376
3	650	(7-May)	(23-May)	17	0.443
4	650	(24-May)	(6-Jun)	14	0.537
5	650	(7-Jun)	(20-Jun)	14	0.537
6	650	(21-Jun)	(3-Jul)	13	0.579
7	650	(4-Jul)	(16-Jul)	13	0.579
8	650	(17-Jul)	(28-Jul)	12	0.627
9	650	(29-Jul)	(11-Aug)	14	0.537
10	650	(12-Aug)	(25-Aug)	14	0.537
11	650	(26-Aug)	(9-Sep)	15	0.502
12	650	(10-Sep)	(24-Sep)	15	0.502
13	650	(25-Sep)	(7-Oct)	13	0.579
14		(12-Apr)	(30-Apr)		0.734
15					
	8,450				

Irrigation Standards for Ararat Plain, Armavir Marz (heavy sand)					
Grape					
Irrigation Norm					
N	(m3/ha)	From	To	(Days)	(l/s)
0					
1	900	(15-Apr)	(10-May)	26	0.401
2	900	(20-May)	(15-Jun)	27	0.386
3	900	(16-Jun)	(30-Jun)	15	0.694
4	900	(1-Jul)	(15-Jul)	15	0.694
5	900	(16-Jul)	(30-Jul)	15	0.694
6	900	(31-Jul)	(13-Aug)	14	0.744
7	900	(14-Aug)	(31-Aug)	18	0.579
8	900	(10-Oct)	(30-Oct)	21	0.496
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
	7,200				

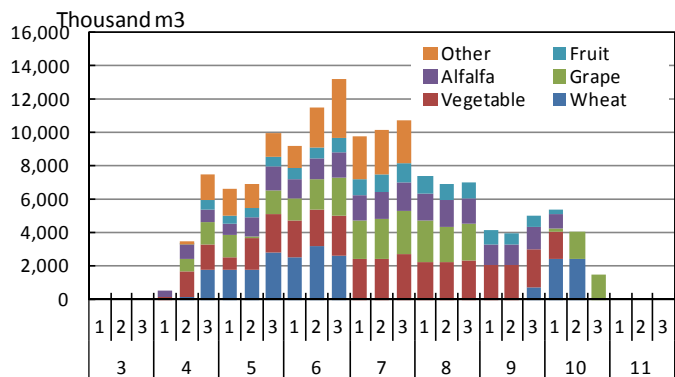
Irrigation Standards for Ararat Plain, Armavir Marz (heavy sand)					
Alfalfa					
Irrigation Norm					
N	(m3/ha)	From	To	(Days)	(l/s)
0					
1	900	(6-Apr)	(8-May)	33	0.316
2	900	(12-May)	(31-May)	20	0.521
3	900	(1-Jun)	(22-Jun)	22	0.473
4	900	(23-Jun)	(9-Jul)	17	0.613
5	900	(10-Jul)	(25-Jul)	16	0.651
6	900	(26-Jul)	(10-Aug)	16	0.651
7	900	(11-Aug)	(26-Aug)	16	0.651
8	900	(27-Aug)	(17-Sep)	22	0.473
9	900	(18-Sep)	(6-Oct)	19	0.548
10					
11					
12					
13					
14					
15					
	8,100				

Irrigation Standards for Ararat Plain, Armavir Marz (heavy sand)					
Fruit					
Irrigation Norm					
N	(m3/ha)	From	To	(Days)	(l/s)
0					
1	500	(20-Apr)	(20-May)	31	0.187
2	500	(23-May)	(17-Jun)	26	0.223
3	500	(18-Jun)	(5-Jul)	18	0.322
4	500	(6-Jul)	(21-Jul)	16	0.362
5	500	(22-Jul)	(5-Aug)	15	0.386
6	500	(6-Aug)	(22-Aug)	17	0.340
7	500	(23-Aug)	(10-Sep)	19	0.305
8	500	(11-Sep)	(5-Oct)	25	0.231
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
	4,000				

Irrigation Standards for Ararat Plain, Armavir Marz (heavy sand)					
Maize					
Irrigation Norm					
N	(m3/ha)	From	To	(Days)	(l/s)
0					
1	800	(20-Apr)	(16-May)	27	0.343
2	800	(17-May)	(17-Jun)	32	0.289
3	800	(17-Jun)	(27-Jun)	11	0.842
4	800	(28-Jun)	(14-Jul)	17	0.545
5	800	(15-Jul)	(29-Jul)	15	0.617
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
	4,000				

	Efficiency 0.468																																								
	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			11			12							
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3					
Wheat	2,735	0	0	0	0	0	0	0	0	0	179	1,793	1,793	1,793	2,777	2,525	3,192	2,614	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Vegetable	2,245	0	0	0	0	0	0	0	0	149	1,483	1,483	734	1,836	2,331	2,226	2,226	2,399	2,399	2,480	2,710	2,226	2,226	2,361	2,081	2,081	2,272	1,680	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
Grape	1,810	0	0	0	0	0	0	0	0	804	1,340	1,340	129	1,419	1,290	1,804	2,319	2,319	2,319	2,568	2,486	2,100	2,128	0	0	0	166	1,657	1,492	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Alfalfa	1,340	0	0	0	0	0	0	0	0	391	782	782	626	1,160	1,418	1,170	1,170	1,447	1,526	1,610	1,772	1,610	1,610	1,551	1,170	1,226	1,356	813	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fruit	1,580	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54	545	545	545	585	651	737	939	998	1,056	1,119	1,059	992	999	890	674	674	337	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Other	2,490	0	0	0	0	0	0	0	0	0	157	1,577	1,577	1,477	1,462	1,329	2,346	3,461	2,506	2,704	2,553	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	12,200	0	0	0	0	0	0	0	0	540	3,459	7,520	6,615	6,940	9,992	9,191	11,475	13,179	9,748	10,169	10,722	7,381	6,928	7,039	4,141	3,981	5,026	5,409	4,070	1,492	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

#	#	#	#	#	#	0.000	0.000	0.000	0.625	4.003	8.704	7.656	8.032	10.513	10.638	13.281	15.253	11.282	11.770	11.282	8.543	8.019	7.406	4.793	4.608	5.817	6.260	4.711	1.570	0.000	0.000	0.000	#	#	#
---	---	---	---	---	---	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	---	---	---

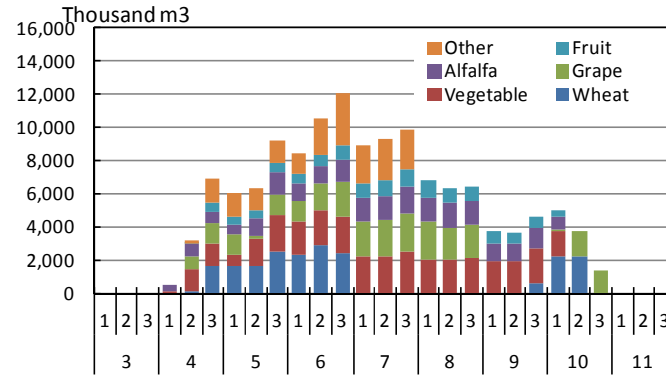


Efficiency 0.51

	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			11			12		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Wheat	2,735	0	0	0	0	0	0	0	0	164	1,645	1,645	1,645	2,548	2,316	2,930	2,398	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	664	2,214	2,214	0	0	0	0	0	0
Vegetable	2,245	0	0	0	0	0	0	0	137	1,362	1,362	674	1,685	2,139	2,042	2,202	2,202	2,275	2,486	2,042	2,042	2,167	1,909	1,909	2,085	1,541	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Grape	1,810	0	0	0	0	0	0	0	738	1,229	1,229	118	1,302	1,184	1,655	2,128	2,128	2,128	2,356	2,281	1,928	1,953	0	0	0	152	1,521	1,369	0	0	0	0	0	0	0	
Alfalfa	1,340	0	0	0	0	0	0	0	359	717	717	574	1,064	1,301	1,074	1,074	1,328	1,401	1,477	1,625	1,477	1,477	1,424	1,074	1,125	1,244	746	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fruit	1,580	0	0	0	0	0	0	0	50	500	500	500	537	597	677	862	916	969	1,026	972	910	917	816	619	619	309	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Other	2,490	0	0	0	0	0	0	0	144	1,447	1,447	1,356	1,341	1,219	2,152	3,176	2,299	2,481	2,343	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	12,200	0	0	0	0	0	0	0	496	3,175	6,900	6,069	6,368	9,168	8,432	10,530	12,094	8,946	9,330	9,836	6,772	6,357	6,461	3,799	3,653	4,612	4,962	3,735	1,369	0	0	0	0	0	0	

#	#	#	#	#	0.000	0.000	0.000	0.574	3.675	7.986	7.024	7.370	9.646	9.759	12.188	13.998	10.354	10.799	10.349	7.838	7.358	6.798	4.397	4.228	5.338	5.743	4.323	1.440	0.000	0.000	0.000	#	#	#
---	---	---	---	---	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	---	---	---

D-25



(13) Example of Water Balance Calculation

			Hrazdan River						Lower Hrazdan (1st part)					Artashat Canal					
			<Demand> Lower Hrazdan (1st part)	<Demand> Artashat	<Demand> Arzni- Shamiram (2nd part)	<Demand> Other Canals	Hrazdan River (10 years Average)	Ecological flow	Available water of Hrazdan	<Demand> Lower Hrazdan (1st part)	Available water of Hrazdan River (20%)	Supply from Hrazdan River	Remaining water of Hrazdan River	Water deficit (Supplied from Sevan)	<Demand> Artashat	Available water of Hrazdan River (20%)	Supply from Hrazdan River	Remaining water of Hrazdan River	Water deficit (Supplied from Sevan)
			(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)
Jan	01-10	1	0.000	0.000	0.000	0.000	5.9	1.9	4.0	0.0	0.8	0.0	0.8	0.0	0.0	0.8	0.0	0.8	0.0
	11-20	2	0.000	0.000	0.000	0.000	5.7	1.9	3.8	0.0	0.8	0.0	0.8	0.0	0.0	0.8	0.0	0.8	0.0
	21-31	3	0.000	0.000	0.000	0.000	5.7	1.9	3.8	0.0	0.8	0.0	0.8	0.0	0.0	0.8	0.0	0.8	0.0
Feb	01-10	1	0.000	0.000	0.000	0.000	5.7	1.9	3.8	0.0	0.8	0.0	0.8	0.0	0.0	0.8	0.0	0.8	0.0
	11-20	2	0.000	0.000	0.000	0.000	5.7	1.9	3.8	0.0	0.8	0.0	0.8	0.0	0.0	0.8	0.0	0.8	0.0
	21-28	3	0.000	0.000	0.000	0.000	5.8	1.9	3.9	0.0	0.8	0.0	0.8	0.0	0.0	0.8	0.0	0.8	0.0
Mar	01-10	1	0.000	0.000	0.000	0.000	7.1	1.9	5.2	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0
	11-20	2	0.000	0.000	0.000	0.000	8.8	1.9	6.9	0.0	1.4	0.0	1.4	0.0	0.0	1.4	0.0	1.4	0.0
	21-31	3	0.000	0.000	0.000	0.000	12.5	1.9	10.6	0.0	2.1	0.0	2.1	0.0	0.0	2.1	0.0	2.1	0.0
Apr	01-10	1	0.000	0.000	0.000	0.000	18.8	1.9	16.9	0.0	3.4	0.0	3.4	0.0	0.0	3.4	0.0	3.4	0.0
	11-20	2	3.000	3.500	0.000	0.000	31.5	1.9	29.6	3.0	5.9	3.0	2.9	0.0	3.5	5.9	3.5	2.4	0.0
	21-30	3	3.500	3.500	0.000	0.000	37.8	1.9	35.9	3.5	7.2	3.5	3.7	0.0	3.5	7.2	3.5	3.7	0.0
May	01-10	1	4.000	4.000	7.000	2.386	46.6	1.9	44.7	4.0	8.9	4.0	4.9	0.0	4.0	8.9	4.0	4.9	0.0
	11-20	2	4.000	4.000	7.000	2.388	36.2	1.9	34.3	4.0	6.9	4.0	2.9	0.0	4.0	6.9	4.0	2.9	0.0
	21-31	3	4.000	4.000	10.000	2.842	26.3	1.9	24.4	4.0	4.9	4.0	0.9	0.0	4.0	4.9	4.0	0.9	0.0
Jun	01-10	1	5.000	5.000	13.000	3.865	18.3	1.9	16.4	5.0	3.3	3.3	0.0	1.7	5.0	3.3	3.3	0.0	1.7
	11-20	2	5.000	5.000	13.000	4.621	13.2	1.9	11.3	5.0	2.3	2.3	0.0	2.7	5.0	2.3	2.3	0.0	2.7
	21-30	3	5.000	5.000	13.000	5.183	11.8	1.9	9.9	5.0	2.0	2.0	0.0	3.0	5.0	2.0	2.0	0.0	3.0
Jul	01-10	1	5.000	5.000	13.000	5.262	9.9	1.9	8.0	5.0	1.6	1.6	0.0	3.4	5.0	1.6	1.6	0.0	3.4
	11-20	2	5.000	5.000	13.000	5.521	8.5	1.9	6.6	5.0	1.3	1.3	0.0	3.7	5.0	1.3	1.3	0.0	3.7
	21-31	3	5.000	5.000	13.000	5.635	7.9	1.9	6.0	5.0	1.2	1.2	0.0	3.8	5.0	1.2	1.2	0.0	3.8
Aug	01-10	1	5.000	5.000	13.000	4.982	7.4	1.9	5.5	5.0	1.1	1.1	0.0	3.9	5.0	1.1	1.1	0.0	3.9
	11-20	2	5.000	5.000	13.000	4.881	6.9	1.9	5.0	5.0	1.0	1.0	0.0	4.0	5.0	1.0	1.0	0.0	4.0
	21-31	3	5.000	5.000	13.000	4.356	7.0	1.9	5.1	5.0	1.0	1.0	0.0	4.0	5.0	1.0	1.0	0.0	4.0
Sep	01-10	1	4.000	4.000	8.000	2.759	6.7	1.9	4.8	4.0	1.0	1.0	0.0	3.0	4.0	1.0	1.0	0.0	3.0
	11-20	2	4.000	4.000	8.000	2.303	6.9	1.9	5.0	4.0	1.0	1.0	0.0	3.0	4.0	1.0	1.0	0.0	3.0
	21-30	3	4.000	4.000	8.000	1.534	6.9	1.9	5.0	4.0	1.0	1.0	0.0	3.0	4.0	1.0	1.0	0.0	3.0
Oct	01-10	1	4.000	4.000	5.000	1.136	7.3	1.9	5.4	4.0	1.1	1.1	0.0	2.9	4.0	1.1	1.1	0.0	2.9
	11-20	2	4.000	4.000	5.000	0.000	7.2	1.9	5.3	4.0	1.1	1.1	0.0	2.9	4.0	1.1	1.1	0.0	2.9
	21-31	3	3.000	4.000	5.000	0.000	7.4	1.9	5.5	3.0	1.1	1.1	0.0	1.9	4.0	1.1	1.1	0.0	2.9
Nov	01-10	1	0.000	0.000	0.000	0.000	8.3	1.9	6.4	0.0	1.3	0.0	1.3	0.0	0.0	1.3	0.0	1.3	0.0
	11-20	2	0.000	0.000	0.000	0.000	7.6	1.9	5.7	0.0	1.1	0.0	1.1	0.0	0.0	1.1	0.0	1.1	0.0
	21-30	3	0.000	0.000	0.000	0.000	6.9	1.9	5.0	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0
Dec	01-10	1	0.000	0.000	0.000	0.000	6.6	1.9	4.7	0.0	0.9	0.0	0.9	0.0	0.0	0.9	0.0	0.9	0.0
	11-20	2	0.000	0.000	0.000	0.000	6.5	1.9	4.6	0.0	0.9	0.0	0.9	0.0	0.0	0.9	0.0	0.9	0.0
	21-31	3	0.000	0.000	0.000	0.000	6.3	1.9	4.4	0.0	0.9	0.0	0.9	0.0	0.0	0.9	0.0	0.9	0.0
			76.2	77.6	159.1	52.6	381.6	59.9	321.7	76.2	64.6	34.8	29.7	41.4	77.6	64.6	35.3	29.3	42.3

(13)Example of W			Arzni-Shamiram (2nd part)										Other Canals					Total			
			<Demand> Arzni- Shamiram (2nd part)	Available water of Armbed River	Supply from Armbed River	Water deficit after using of Armbed River	Available water of Aparan Reservoir	Supply from Aparan Reservoir	Water deficit after using of Aparan Reservoir	Available water of Hrazdan River (40%)	Supply from Hrazdan River through Arzni- shamiram	Remaining water of Hrazdan River	Water deficit (Supplied from Sevan)	<Demand> Other Canals	Available water of Hrazdan River (20%)	Supply from Hrazdan River	Remaining water of Hrazdan River	Water deficit (Supplied from Sevan)	Remaining water of Hrazdan River	Water deficit for other areas(Supplied from Sevan)	
			(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)
Jan	01-10	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	1.6	0.0	0.0	0.8	0.0	0.8	0.0	4.0	0.0	
	11-20	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	1.5	0.0	0.0	0.8	0.0	0.8	0.0	3.9	0.0	
	21-31	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	1.5	0.0	0.0	0.8	0.0	0.8	0.0	3.9	0.0	
Feb	01-10	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	1.5	0.0	0.0	0.8	0.0	0.8	0.0	3.9	0.0	
	11-20	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	1.5	0.0	0.0	0.8	0.0	0.8	0.0	3.9	0.0	
	21-28	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	1.6	0.0	0.0	0.8	0.0	0.8	0.0	4.0	0.0	
Mar	01-10	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	2.1	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0	5.1	0.0	
	11-20	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	2.7	0.0	0.0	1.4	0.0	1.4	0.0	6.9	0.0	
	21-31	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	0.0	4.3	0.0	0.0	2.1	0.0	2.1	0.0	10.6	0.0	
Apr	01-10	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.8	0.0	6.8	0.0	0.0	3.4	0.0	3.4	0.0	17.0	0.0	
	11-20	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.8	0.0	11.8	0.0	0.0	5.9	0.0	5.9	0.0	23.0	0.0	
	21-30	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.3	0.0	14.3	0.0	0.0	7.2	0.0	7.2	0.0	28.9	0.0	
May	01-10	1	7.0	4.0	4.0	3.0	0.0	0.0	3.0	17.9	3.0	14.9	0.0	2.4	8.9	2.4	6.5	0.0	31.2	0.0	
	11-20	2	7.0	4.0	4.0	3.0	0.0	0.0	3.0	13.7	3.0	10.7	0.0	2.4	6.9	2.4	4.5	0.0	21.0	0.0	
	21-31	3	10.0	0.0	0.0	10.0	0.9	0.9	9.1	9.8	9.1	0.7	0.0	2.8	4.9	2.8	2.1	0.0	4.6	0.0	
Jun	01-10	1	13.0	0.0	0.0	13.0	8.4	8.4	4.6	6.6	4.6	2.0	0.0	3.9	3.3	3.3	0.0	0.6	2.0	4.0	
	11-20	2	13.0	0.0	0.0	13.0	10.0	10.0	3.0	4.5	3.0	1.5	0.0	4.6	2.3	2.3	0.0	2.3	1.5	7.7	
	21-30	3	13.0	0.0	0.0	13.0	10.0	10.0	3.0	3.9	3.0	0.9	0.0	5.2	2.0	2.0	0.0	3.2	0.9	9.2	
Jul	01-10	1	13.0	0.0	0.0	13.0	10.0	10.0	3.0	3.2	3.0	0.2	0.0	5.3	1.6	1.6	0.0	3.7	0.2	10.5	
	11-20	2	13.0	0.0	0.0	13.0	8.3	8.3	4.7	2.6	2.6	0.0	2.1	5.5	1.3	1.3	0.0	4.2	0.0	13.7	
	21-31	3	13.0	0.0	0.0	13.0	0.0	0.0	13.0	2.4	2.4	0.0	10.6	5.6	1.2	1.2	0.0	4.4	0.0	22.6	
Aug	01-10	1	13.0	0.0	0.0	13.0	0.0	0.0	13.0	2.2	2.2	0.0	10.8	5.0	1.1	1.1	0.0	3.9	0.0	22.5	
	11-20	2	13.0	0.0	0.0	13.0	0.0	0.0	13.0	2.0	2.0	0.0	11.0	4.9	1.0	1.0	0.0	3.9	0.0	22.9	
	21-31	3	13.0	0.0	0.0	13.0	0.0	0.0	13.0	2.0	2.0	0.0	11.0	4.4	1.0	1.0	0.0	3.4	0.0	22.4	
Sep	01-10	1	8.0	0.0	0.0	8.0	0.0	0.0	8.0	1.9	1.9	0.0	6.1	2.8	1.0	1.0	0.0	1.8	0.0	13.9	
	11-20	2	8.0	0.0	0.0	8.0	0.0	0.0	8.0	2.0	2.0	0.0	6.0	2.3	1.0	1.0	0.0	1.3	0.0	13.3	
	21-30	3	8.0	0.0	0.0	8.0	0.0	0.0	8.0	2.0	2.0	0.0	6.0	1.5	1.0	1.0	0.0	0.5	0.0	12.5	
Oct	01-10	1	5.0	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	5.0	2.2	2.2	0.0	2.8	1.1	1.1	1.1	0.0	0.0	0.0	8.6	
	11-20	2	5.0	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	5.0	2.1	2.1	0.0	2.9	0.0	1.1	0.0	1.1	0.0	1.1	8.7	
	21-31	3	5.0	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	5.0	2.2	2.2	0.0	2.8	0.0	1.1	0.0	1.1	0.0	1.1	7.6	
Nov	01-10	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	2.5	0.0	0.0	1.3	0.0	1.3	0.0	6.4	0.0	
	11-20	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	2.3	0.0	0.0	1.1	0.0	1.1	0.0	5.6	0.0	
	21-30	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	2.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0	5.0	0.0	
Dec	01-10	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	1.9	0.0	0.0	0.9	0.0	0.9	0.0	4.6	0.0	
	11-20	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	1.8	0.0	0.0	0.9	0.0	0.9	0.0	4.5	0.0	
	21-31	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	1.7	0.0	0.0	0.9	0.0	0.9	0.0	4.4	0.0	
			159.1	6.9	6.9	152.2	41.2	41.2	110.9	128.5	46.5	81.9	64.4	52.7	64.6	23.3	41.2	29.4	182.2	177.4	

(13)Example of W			Yeghvard Project Area			Kasakh River			Vagarshapat, Khoy and Aknalich WUA								Yeghvard WUA and Ashtarak WUA					
			12200ha	Yeghvard WUA and Ashtarak WUA	Vagarshapat, Khoy and Aknalich WUA	Kasakh River (10 years Average)	Ecological flow	Available water of Kasakh River	Vagarshapat, Khoy and Aknalich WUA	Available water of Kasakh River	Supply from Kasakh River	Remaining water of Kasakh Rivver	Water deficit after using of Kasakh River	Remaining water of Hrazdan River	Supply from Hrazdan River through Lower Hrazdan	Remaining water of Hrazdan River	Water deficit (Supplied from Yeghvard Res.)	Yeghvard WUA and Ashtarak WUA	Remaining water of Hrazdan River	Supply from Hrazdan River through Arzni-Shamiram	Remaining water of Hrazdan River	Water deficit (Supplied from Yeghvard Res.)
			(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)
Jan	01-10	1	0.000	0.0	0.0	2.7	0.0	2.7	0.0	2.7	0.0	2.7	0.0	4.0	0.0	4.0	0.0	0.0	4.0	0.0	4.0	0.0
	11-20	2	0.000	0.0	0.0	2.7	0.0	2.7	0.0	2.7	0.0	2.7	0.0	3.9	0.0	3.9	0.0	0.0	3.9	0.0	3.9	0.0
	21-31	3	0.000	0.0	0.0	2.7	0.0	2.7	0.0	2.7	0.0	2.7	0.0	3.9	0.0	3.9	0.0	0.0	3.9	0.0	3.9	0.0
Feb	01-10	1	0.000	0.0	0.0	2.7	0.0	2.7	0.0	2.7	0.0	2.7	0.0	3.9	0.0	3.9	0.0	0.0	3.9	0.0	3.9	0.0
	11-20	2	0.000	0.0	0.0	2.8	0.0	2.8	0.0	2.8	0.0	2.8	0.0	3.9	0.0	3.9	0.0	0.0	3.9	0.0	3.9	0.0
	21-28	3	0.000	0.0	0.0	2.9	0.0	2.9	0.0	2.9	0.0	2.9	0.0	4.0	0.0	4.0	0.0	0.0	4.0	0.0	4.0	0.0
Mar	01-10	1	0.000	0.0	0.0	3.2	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5.1	0.0	5.1	0.0	0.0	5.1	0.0	5.1	0.0
	11-20	2	0.000	0.0	0.0	3.2	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	6.9	0.0	6.9	0.0	0.0	6.9	0.0	6.9	0.0
	21-31	3	0.000	0.0	0.0	3.8	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	10.6	0.0	10.6	0.0	0.0	10.6	0.0	10.6	0.0
Apr	01-10	1	0.625	0.1	0.5	5.7	0.0	3.0	0.5	3.0	0.5	2.5	0.0	17.0	0.0	17.0	0.0	0.1	17.0	0.1	16.9	0.0
	11-20	2	4.005	0.8	3.2	6.3	0.0	3.0	3.2	3.0	3.0	0.0	0.2	23.0	0.2	22.8	0.0	0.8	22.8	0.8	22.0	0.0
	21-30	3	8.704	1.7	7.0	5.3	0.0	3.0	7.0	3.0	3.0	0.0	4.0	28.9	4.0	24.9	0.0	1.7	24.9	1.7	23.2	0.0
May	01-10	1	7.655	1.5	6.1	4.7	0.0	3.0	6.1	3.0	3.0	0.0	3.1	31.2	3.1	28.1	0.0	1.5	28.1	1.5	26.6	0.0
	11-20	2	8.034	1.6	6.4	3.5	0.0	3.0	6.4	3.0	3.0	0.0	3.4	21.0	3.4	17.6	0.0	1.6	17.6	1.6	16.0	0.0
	21-31	3	10.513	2.1	8.4	2.9	0.0	2.9	8.4	2.9	2.9	0.0	5.5	4.6	4.6	0.0	0.9	2.1	0.0	0.0	0.0	2.1
Jun	01-10	1	10.638	2.1	8.5	2.8	0.0	2.8	8.5	2.8	2.8	0.0	5.7	2.0	2.0	0.0	3.7	2.1	0.0	0.0	0.0	2.1
	11-20	2	13.280	2.7	10.6	2.9	0.0	2.9	10.6	2.9	2.9	0.0	7.7	1.5	1.5	0.0	6.2	2.7	0.0	0.0	0.0	2.7
	21-30	3	15.253	3.1	12.2	2.9	0.0	2.9	12.2	2.9	2.9	0.0	9.3	0.9	0.9	0.0	8.4	3.1	0.0	0.0	0.0	3.1
Jul	01-10	1	11.284	2.3	9.0	2.8	0.0	2.8	9.0	2.8	2.8	0.0	6.2	0.2	0.2	0.0	6.0	2.3	0.0	0.0	0.0	2.3
	11-20	2	11.770	2.4	9.4	2.6	0.0	2.6	9.4	2.6	2.6	0.0	6.8	0.0	0.0	0.0	6.8	2.4	0.0	0.0	0.0	2.4
	21-31	3	11.282	2.3	9.0	2.5	0.0	2.5	9.0	2.5	2.5	0.0	6.5	0.0	0.0	0.0	6.5	2.3	0.0	0.0	0.0	2.3
Aug	01-10	1	8.544	1.7	6.8	2.5	0.0	2.5	6.8	2.5	2.5	0.0	4.3	0.0	0.0	0.0	4.3	1.7	0.0	0.0	0.0	1.7
	11-20	2	8.020	1.6	6.4	2.6	0.0	2.6	6.4	2.6	2.6	0.0	3.8	0.0	0.0	0.0	3.8	1.6	0.0	0.0	0.0	1.6
	21-31	3	7.408	1.5	5.9	2.6	0.0	2.6	5.9	2.6	2.6	0.0	3.3	0.0	0.0	0.0	3.3	1.5	0.0	0.0	0.0	1.5
Sep	01-10	1	4.793	1.0	3.8	2.7	0.0	2.7	3.8	2.7	2.7	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	1.1	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0
	11-20	2	4.608	0.9	3.7	2.5	0.0	2.5	3.7	2.5	2.5	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	1.2	0.9	0.0	0.0	0.0	0.9
	21-30	3	5.818	1.2	4.7	2.6	0.0	2.6	4.7	2.6	2.6	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	2.1	1.2	0.0	0.0	0.0	1.2
Oct	01-10	1	6.260	1.3	5.0	2.7	0.0	2.7	5.0	2.7	2.7	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	2.3	1.3	0.0	0.0	0.0	1.3
	11-20	2	4.711	0.9	3.8	2.9	0.0	2.9	3.8	2.9	2.9	0.0	0.9	1.1	0.9	0.2	0.0	0.9	0.2	0.2	0.0	0.7
	21-31	3	1.570	0.3	1.3	2.9	0.0	2.9	1.3	2.9	1.3	1.6	0.0	1.1	0.0	1.1	0.0	0.3	1.1	0.3	0.8	0.0
Nov	01-10	1	0.000	0.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	6.4	0.0	6.4	0.0	0.0	6.4	0.0	6.4	0.0
	11-20	2	0.000	0.0	0.0	3.1	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5.6	0.0	5.6	0.0	0.0	5.6	0.0	5.6	0.0
	21-30	3	0.000	0.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5.0	0.0	5.0	0.0	0.0	5.0	0.0	5.0	0.0
Dec	01-10	1	0.000	0.0	0.0	2.8	0.0	2.8	0.0	2.8	0.0	2.8	0.0	4.6	0.0	4.6	0.0	0.0	4.6	0.0	4.6	0.0
	11-20	2	0.000	0.0	0.0	2.7	0.0	2.7	0.0	2.7	0.0	2.7	0.0	4.5	0.0	4.5	0.0	0.0	4.5	0.0	4.5	0.0
	21-31	3	0.000	0.0	0.0	2.7	0.0	2.7	0.0	2.7	0.0	2.7	0.0	4.4	0.0	4.4	0.0	0.0	4.4	0.0	4.4	0.0
			145.0	29.1	115.9	98.7	0.0	88.4	115.9	88.4	47.6	40.9	68.3	182.2	18.4	163.8	50.0	29.1	163.8	5.4	158.4	23.8

Appendix-E 貯水池関連情報

1. Reservoir Planning, Dam Design and existing conditions

1-1 Original reservoir planning and the dam design

(1) Investigation of embankment materials

According to the report “WATER RESERVOIR ON HRAZDAN RIVER, (YEGHVARD RESERVOIR), VOLUME IV, NATURAL CONDITIONS, BOOK 2, ENGINEERING-GEOLOGICAL AND HYDRO-GEOLOGICAL CONDITIONS, 1985”, followings were grasped in terms of the embankment materials.

i) Impervious materials

Location of borrow area	Investigation	Soil type	Area (ha)	Average depth (m)	Available quantity ($\times 10^6 m^3$)
Reservoir basin	- Pit/borehole excavation - Vertical electrical sounding	Loamy sand/soils	312.7	17.1	53.5

ii) Sand-and-gravel materials (Pebblestone)

Location of borrow area	Investigation	Soil type	Area (ha)	Ave. depth (m)	Available quantity ($\times 10^6 m^3$)
Reservoir north slope	Borehole ex. VES survey	Pebble - Gravely soils	154.6	6.6	10.26
Outer side of the above			158.0	10.4	16.38
Total			312.6		26.64

iii) Rock materials

Location of borrow area	Investigation	Soil type	Available quantity ($\times 10^6 m^3$)
Quarry near Karpi Village	Field visit	Basaltic andesites	1.5

iv) Sand materials

Location of borrow area	Note
Armavir Deposit of alluvial sands	L=60 km
Sieving and washing to sand-and-gravels in the reservoir quarry	

(2) Laboratory soil test

i) Impervious materials

a) Physical soil test

Item	Result	Min.	Max.	Average	No. of samples
Field moisture content		15.2%	33.0%	23.7%	N=18
Specific gravity		2.64	2.72	2.68	N=74
Particle size distribution	2.0 - 40.0mm	0.0%	13.0%	1.18%	N=75
	1.0 - 2.0mm	0.0%	9.35%	0.86%	N=75
	0.5 - 1.0mm	0.0%	8.8%	0.96%	N=75
	0.25 - 0.5mm	0.1%	20.91%	2.91%	N=75
	0.05 - 0.25mm	23.67%	74.28%	49.1%	N=75
	0.01 - 0.05mm	4.13%	45.71%	23.05%	N=75

	0.005 - 0.01mm	0.73%	29.7%	7.45%	N=75
	- 0.005mm	2.34%	26.06%	14.49%	N=75
Atterberg limit	Liquid limit	21.0%	40.0%	30.8%	N=74
	Plastic limit	17.9%	33.5%	25.4%	N=74
	Plasticity index	1.4%	12.4%	5.4%	N=74
Field density	Wet density (g/cm ³)	1.31	1.63	1.52	N=21
	Dry density (g/cm ³)	1.20	1.44	1.32	N=21

b) Mechanical soil test

Item		Result	Min.	Max.	Average	No. of samples
Compaction test	Wopt (%)		21.0%	28.0%	25.0%	N=21
	pdmax (g/cm ³)		1.42	1.59	1.50	
Direct shear test	Friction angle (°)		14°00'	22°00'	17°55' (17°15')	At Wopt (Wopt, saturated)
	Cohesion(kg/cm ²)		0.20	0.40	0.29 (0.28)	At Wopt (Wopt, saturated)
Consolidation test	Deformation modu.		97	215	155	(kg/cm ²), N=8
	Compression ratio		0.001	0.006	0.003	

*Wopt ;Optimum moisture content, pdmax; Maximum dry density

ii) Sand-and-gravel (Pebble)materials

a) Physical soil test

Item		Result	Min.	Max.	Average	No. of samples
Field moisture content			12.2%	14.4%	13.2%	N=7
Specific gravity			2.71	2.74	2.73	N=7
Particle size distribution	200 - 400mm		2.18%	11.2%	6.2%	N=16
	40.0 - 200mm		10.4%	33.48%	19.95%	
	20.0 - 40.0mm		10.35%	30.48%	18.65%	
	10.0 - 20.0mm		4.85%	16.2%	10.24%	
	7.0 - 10.0mm		6.0%	15.0%	10.5%	
	5.0 - 7.0mm		8.0%	16.0%	12.0%	
	2.0 - 5.0mm		2.75%	10.14%	6.5%	
	0.5 - 2.0mm		1.14%	8.13%	3.9%	
	0.25 - 0.5mm		1.63%	5.14%	3.72%	
	0.1 - 0.25mm		2.18%	6.18%	4.16%	
	0.05 - 0.1mm		1.7%	6.75%	3.93%	
	0.01 - 0.05mm		3.02%	6.36%	4.21%	
	0.005 - 0.01mm		1.4%	4.45%	2.84%	
0.001 - 0.005mm		1.14%	4.14%	2.91%		
Field density	Wet density (g/cm ³)		1.94	1.99	1.96	N=7
	Dry density (g/cm ³)		1.71	1.77	1.73	

b) Mechanical soil test

Item		Result	Min.	Max.	Average	No. of samples
Compaction test	Wopt (%)		11.8%	13.2%	12.4%	N=7
	pdmax (g/cm ³)		1.80	1.85	1.82	
Shear strength	Friction angle (°)	(by measuring slope angles)			26°28' (25°27')	
	Cohesion(kg/cm ²)				0.05 - 0.07 (0.04 - 0.06)	

(3) Reservoir planning

i) Reservoir plan

Item	Unit	Size / Level
Total capacity of the reservoir	million m ³	228.0
Available capacity of the reservoir	million m ³	222.0
Full water level	m	EL. 1,320.5
Dead water level	m	EL. 1,284.5
Full water surface area	ha	1,010
Length of the reservoir	km	3.3
Useful water supply	million m ³	218.0

ii) Quantity of works

No.	Activity	Unit	Quantity	Review
Alternative 1				
1	Constructing clay coverage on the reservoir basin :1,750,000m ² ×1.5m	million m ³	2.625	Transportation 3.5km warehouse
2	Setup of clay screen :Dam No.2	million m ³	0.983	ditto
3	Protective layer made of rocky soils: Dam No.2	million m ³	0.749	ditto
4	Dike (Dam) construction: Dam No.2	million m ³	0.938	ditto
5	Setup of clay screen :Dam No.1	million m ³	0.365	ditto
6	Protective layer made of rocky soils: Dam No.1	million m ³	0.274	ditto
7	Dike (Dam) construction: Dam No.1	million m ³	1.313	ditto
8	Protective layer of clay coverage: t=0.5m	million m ³	0.875	ditto
Alternative 2				
1	Preparatory coating of clay designed to lay the mastic compound: T=30cm	million m ³	0.525	Transportation 3.5km warehouse
2	Laying anti-filtration mastic compound	m ²	1,750,000	1,600 AMD / m ²
3	Clay-and-sand protective layer on the mastic compound: T=30cm	million m ³	0.525	Transportation 3.5km warehouse
4	Setup of clay screen :Dam No.2	million m ³	0.983	ditto
5	Protective layer made of rocky soils: Dam No.2	million m ³	0.749	ditto
6	Dike (Dam) construction: Dam No.2	million m ³	0.938	ditto
7	Setup of clay screen :Dam No.1	million m ³	0.365	ditto
8	Protective layer made of rocky soils: Dam No.1	million m ³	0.274	ditto
9	Dike (Dam) construction: Dam No.1	million m ³	1.313	ditto

(4) Dam design

i) Dam type and its dimensions

Item	Dam No.1	Dam No.2
Dam type	Zoned fill dam with inclined impervious core	
Dam crest level	EL. 1322.0m	EL. 1322.0m
Maximum dam height	48.0m	24.0m
Dam crest length	1130m	2810m
Dam crest width	9.0m	9.0m
Upstream slope inclination	1 : 3.5	1: 3.5
Downstream slope inclination	1 : 2.75	1 : 2.75
Total embankment volume	1,952,000m ³	2,670,000m ³

ii) Design values

Zone	Unit weight (t/m ³)			Shear strength			
	pd	pt	psat	C ¹ (t/m ²)	φ ¹ (°)	C ² (t/m ²)	φ ² (°)
Core zone	0.941	1.87	2.68	2.9	17°55'	2.8	17°15'
Sand-&-gravel	1.15	2.04	2.73	0.6	26°00'	0.5	24°20'
Stone blanket	1.19	1.95	2.75	0.0	38°00'	0.0	36°00'
Foundation	0.83	1.75	2.56	0.0	65°00'	0.0	60°00'

*pd; dry density, pt; wet density, psat; saturated density, C¹, φ¹; applied to unsaturated zones, C², φ²; applied to saturated zones

iii) Stability analysis

Analysis method; Static seismic stability analysis (sliding-circle ~ slice-cut method)

Calculation; by computer

Summary of safety factors analyzed to Dam No.1 (Seismic intensity 8)

Reservoir water level	Adopted horizontal acceleration (gal)	Upstream side / downstream side	Minimum safety factor
Full water surface	Full combination of forces	upstream	1.772
	Mountains of seismic influence		1.088
	Components of seismic influence		1.080
1/3 water level to full water	Full combination of forces	upstream	1.513
	Mountains of seismic influence		1.069
	Components of seismic influence		1.064
—	Full combination of forces	downstream	1.457
	Mountains of seismic influence		1.112
	Components of seismic influence		1.107

1-2 Review of quake resistant design on the dam cross-section in 1989 after Spitak Earthquake

(1) Outline of the review study

Item	Content
Title of the report	Research Justification of the Earth Soil Dam Structures for the Hydro-Engineering Systems of Kaps and Yeghvard, Armenian SSR
Executed institution	All-Union Research Institute of Water Supply, Sewerage, Hydro-Engineering Structures and Engineering Hydrogeology (VNII VODGEO)
Section	Moscow Laboratory of Earth Soil Material Dams
Contract date	Third (3) of March, 1989
Background and purpose	- Review of the seismic intensity from 8 to 9 due to 1988 Spitak Earthquake - To enhance the quake resistant ability of the dam body

(2) Contents of the study and analysis

Item	Contents
Review of the shear strength to the sandy clay soils	Execution of soil tests to sandy clay soils. The design shear strength was re-estimated from $\phi=17'15"$, $C=0.028\text{Mpa}$ to $\phi=22'00"$, $C=0.039\text{Mpa}$. (values applied to the saturated zones)
Review of the shear strength to the sand-and-gravel materials	Execution of the tri-axial compression test to the specimens with the diameter $\phi=215\text{mm}$ and height $H=430\text{mm}$. The design shear strength was re-estimated from $\phi=24'20"$, $C=0.005\text{Mpa}$ to $\phi=41'00"$ (embankment 0~20m) and $\phi=39'00"$ (embankment 20~45m). (values applied to the saturated zones, C; not counted)
Dynamic response analysis	Model experiments were executed on the stabilometer using the Universal test machine TS-D 10-0-PU. Followings were confirmed on the sand-and-gravel materials. - There is no risk of liquefaction phenomenon arising. - The dam crest might settle down by 53 cm in maximum. - Rocks might be crushed locally on the upstream slope protection. - The decline of shear strength does not occur in the sand-and-gravel zone. Followings were also confirmed regarding the sandy soil layer (Layer N 7) in the basement of Dam No.1 - There is no risk of liquefaction phenomenon arising. - Settlement ranging from 10 cm to 26 cm in maximum might occur.
Stability analysis (original design with the dam height of 45 m)	Static seismic method ~ sliding circle, slice-cut method was applied. The horizontal acceleration corresponding to seismic intensity 9 was evaluated by using the reduction coefficients shown in the quake resistant standard. Followings were confirmed and recommended. - The inclination of the upstream slope shall be changed from 1:3.50 gradient to 1:4.50 gradient. (the minimum safety factor; $1.09 > 1.08$, OK) - The downstream slope shall be provided with the berm of 6 m wide at the elevation EL. 1302.0 m.

1-3 Present reservoir plan studied as F/S in 1999

(1) Reservoir plan

Item	Unit	Size / Level
Total capacity of the reservoir	million m ³	90.0
Available capacity of the reservoir	million m ³	84.0
Full water level	m	EL. 1,304.5
Dead water level	m	EL. 1,284.5
Full water surface area	ha	825
Length of the reservoir	km	3.2
Useful water supply	million m ³	80.8

(2) Dam type and its dimensions

Item	Dam No.1	Dam No.2
Dam type	Zoned fill dam with inclined impervious core	
Dam crest level	EL. 1306.0m	EL. 1306.0m
Maximum dam height	32.0m	14.0m
Dam crest length	1130.0m	2810.0m
Dam crest width	10.0m	10.0m
Upstream slope inclination	1 : 4.5	1 : 4.5
Downstream slope inclination	1 : 2.75	1 : 2.75
Total embankment volume	1,860,000m ³	2,100,000m ³

(3) Quantity of works

No.	Activity	Unit	Quantity	Review
Alternative 1				
1	Earth blanket on the reservoir bottom :4,250,000m ² ×1.5m	million m ³	6.375	Transportation 3.5km warehouse
2	Inclined core zone for facing :Dam No.2	million m ³	2.0	ditto
3	Rock protection on the embankment slope : Dam No.2	million m ³	0.378	ditto
4	Sand-and-gravel zone : Dam No.2	million m ³	1.8	ditto
5	Inclined core zone for facing :Dam No.1	million m ³	0.295	ditto
6	Rock protection on the embankment slope: Dam No.1	million m ³	0.390	ditto
7	Sand-and-gravel zone: Dam No.1	million m ³	2.125	ditto
Alternative 2				
1	Foundation arrangement on the reservoir bottom : T=30cm	million m ³	1.275	Transportation 3.5km warehouse
2	Laying of the anti-leakage sheet coating	m ²	4,250,000	1,600 AMD / m ²
3	Protection layer on the anti-leakage coating: T=30cm	million m ³	1.275	Transportation 3.5km warehouse
4	Inclined core zone for facing :Dam No.2	million m ³	2.0	ditto
5	Rock protection on the embankment slope: Dam No.2	million m ³	0.378	ditto
	Sand-and-gravel zone: Dam No.2	million m ³	1.800	ditto
8	Inclined core zone for facing :Dam No.1	million m ³	0.295	ditto
9	Rock protection on the embankment slope: Dam No.1	million m ³	0.390	ditto

(4) Existing embankment, quantity and construction specifications

Embankment	Zone / material	Embankment volume (m ³)
Dam No.1	Sand-and-gravel	Approximately 960,000
Dam No.2	Sand-and-gravel	Approximately 890,000

(5) Specification of construction

Item	Contents	
Quality control criteria	Embankment density	2.0~2.1 t/m ³ in wet density
	Grain size	
	Rock quality	
Frequency of control test	Embankment density	
	Grain size	
	Rock quality	
Specifications of construction works	Compaction machine	Vibratory roller
	Spreading machine	Bulldozer
	Compaction passing times	
	Layer's thickness before compaction	45 cm
	Arrangement of moisture content	spraying

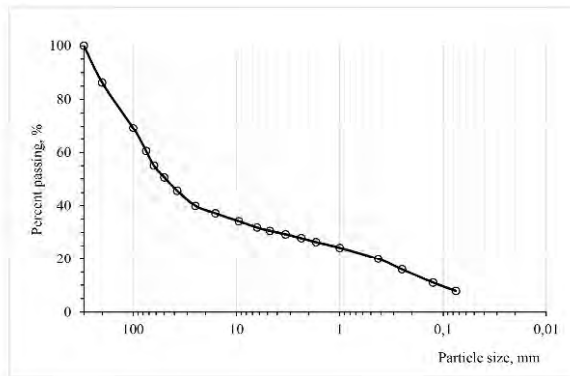
2. Laboratory tests of the embankment materials

2-1 Existing embankment

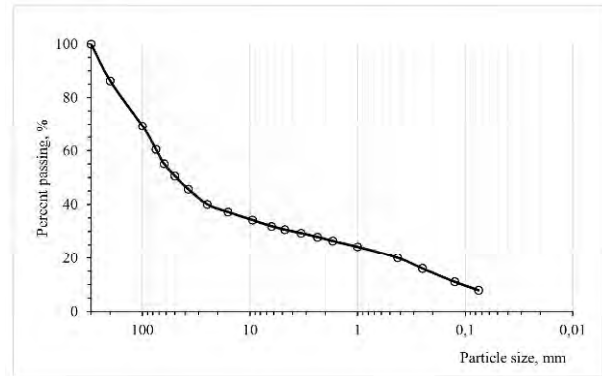
(1) Field moisture content W_f (to the grain size range less than 37.5mm)

The test results are $W_f=5.97\%$, 7.04% ; the moisture content condition is not completely dry but dry side from the optimum moisture content by about 7%.

(2) Gradational condition



TP-1



TP-4

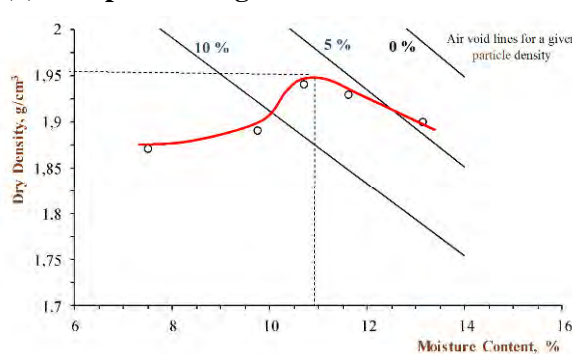
The portion of gradational curve ranging from about 1mm to about 20mm is gently inclined; comparing to this portion, the inclination of gradational curve more than 20mm is steep. This means the gradational contents between 1mm to 20mm are small relatively to the coarse portion more than 20mm.

The content percentage less than 0.075mm is low enough and the particle sizes are well distributed in the particle range less than 50mm/60mm so that it would be able to produce high quality filter materials by screening/sieving the original sand-and-gravels through 50mm/60mm slit.

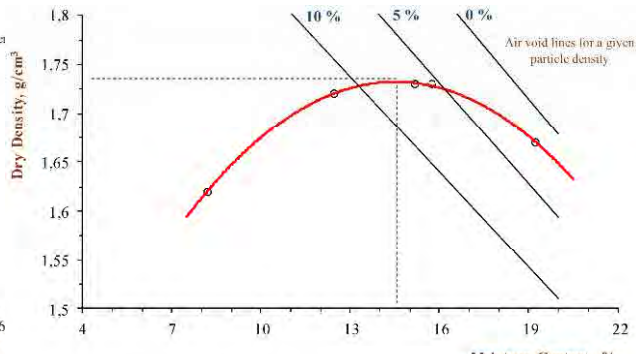
(3) Rock quality

The value of water absorption is lower than 2% (TP-1; 1.87%, TP-4; 1.67%) so that the rocks in sand-and-gravels are regarded as fresh and not weathered.

(4) Compaction degree of the embankment



TP-1



TP-4

The maximum dry densities of the compaction test carried out to the fine portion less than 37.5mm are TP-1; 1.94 t/m^3 , TP-4; 1.73 t/m^3 . On the other hand, the field density values regarding the fine portion

less than 37.5mm are TP-1; $2.00/(1+0.0597)=1.89 \text{ t/m}^3$, TP-4; $1.82/(1+0.0704)=1.70 \text{ t/m}^3$. These field densities correspond respectively to TP-1; $1.89/1.94=0.97$ (97%), TP-4; $1.70/1.73=0.98$ (98%) of the maximum density in the compaction test.

The above mentioned gradational conditions suggest that the embankment is built up by the framework structure of hard gravels/cobbles and the fine portion of the materials is difficult to receive compaction energy from the compactor due to the interference of energy transfer by gravels/cobbles. Considering such point, the relative density of 97% or 98% to the portion mainly composed of fine particles is regarded to show the well-compacted condition of the embankment.

2-2 Investigation of impervious materials

(1) Test-pit excavation

i) TP-2 (1.2 km from Dam No.1, beside the paved road)



Depth	Color	Gradation	Plasticity / adhesion	Remarks
	dark greyish brown	sandy clay		top-soil 40cm thick
0.5m				
1.0m				Coarse sand is contained.
1.5m				
2.0m				
2.5m	light yellowish brown	sandy clay	low plasticity low adhesion	Soil layer is dried-up and
3.0m				
3.5m				Soil becomes wet a little bit at around 3m in depth.
4.0m				

ii) TP-3 (300 from Dam No.1, on the top of gentle hill)



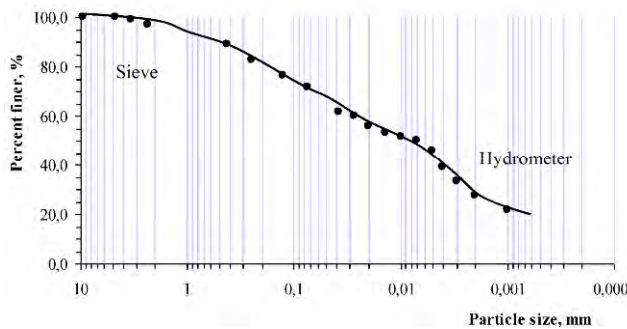
Depth	Color	Gradation	Plasticity/ adhesion	Remarks
	dark greyish brown	sandy clay		top-soil 40cm thick
0.5m		no gravel		
1.0m			low plasticity low adhesion	Soil layer is dried-up and hard.
1.5m	light yellowish brown	sandy clay with rounded gravels		
2.0m	dark grey ~black			Black color was from burning
2.5m			non-plastic	
3.0m		sand-and-gravel with rounded pumises		deposit of volcanic and pumis
3.5m	light brown			by water in a short
4.0m				

(2) Laboratory test

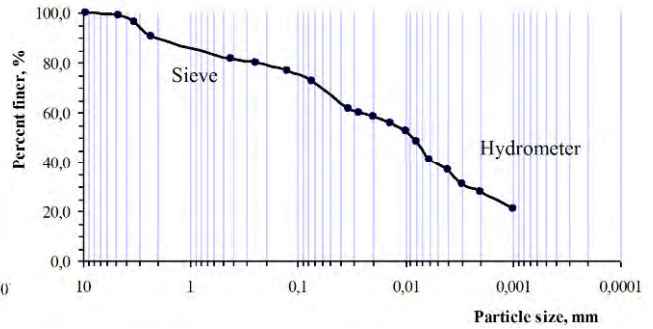
i) Field moisture content

In TP-3 the field moisture content of the upper layer is 10%, then 14.05% in the mid, 15.27% at the bottom, which shows the tendency of increase toward the bottom. In TP-2 9.43%, 6.07% and 8.33%; the latter two correspond to the pumice layer or volcanic sand.

ii) Gradational condition



TP-2 (Lower)



TP-3 (Upper)

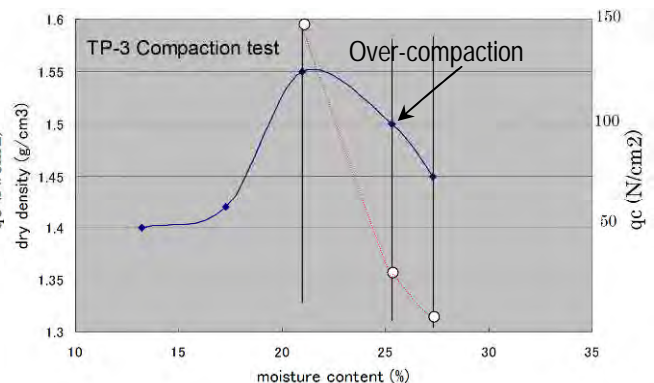
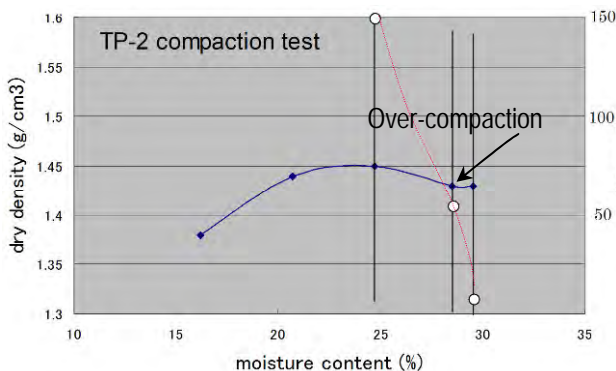
In case of TP-3, the percentage of silt and clay increases from 32.14% at the upper to 86.52% at the bottom. Gravels of which particle size is larger than 4.76mm are scarcely included from the upper to the lower.

In case of the TP-2's surface layer, the percentage of silt and clay is 72.45% as same as TP-3 middle/lower. In case of the volcanic sand and pumice layer, its percentage is 11.09% to 15.69%; the main portion is composed of sand-and-gravel.

iii) Specific gravity

In case of TP-2, the values of specific gravity test results range from 2.55 to 2.61, which are the values of ordinary soils. In case of TP-3's volcanic sands, the value of specific gravity is 2.71 which is a bit different from usual soils.

iv) Compaction test and cone penetration test



The maximum dry density ranges from 1.45 g/cm³ (TP-2) to 1.55 g/cm³ (TP-3) and the W_{opt} (optimum

moisture content) from 24.0% (TP-2) to 21.1% (TP-3). The over-compaction phenomenon is observed at about 5% wet side from the W_{opt} and the q_c (cone penetration index) becomes very low on the wet side of the compaction curve. Considering the limit value of q_c for the heavy equipments to be workable being 60 N/cm^2 , the workable region of moisture content would be 3% or so from W_{opt} so that very careful attitudes/processing would be required in the arrangement work of moisture content.

3. Anti-infiltration countermeasure to the reservoir bottom

3-1 Summary of borehole permeability tests in the past

Permeability test results to the reservoir basement

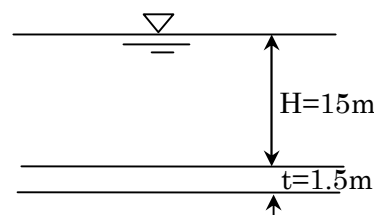
	Formations	Permeability Coefficient	
1	Recent Loamy sand, loam (vdpQ _{IV})	1.97 x 10 ⁻⁴	cm/sec
2	Sand and gravel/pebble (paQ _{IV})	5.03 x 10 ⁻³	cm/sec
3	Recent Eluvial, Deluvial formation (edQ _{IV})	1.63 x 10 ⁻³	cm/sec
4	Late Quaternary Tuffs (β Q _{III})	4.68 x 10 ⁻³	cm/sec
5	Middle Qua. Andecite lava (β Q _{II})	8.04 x 10 ⁻³	cm/sec
6	Early Qua. Lap-ap-lap Q _{IV}	1.16 x 10 ⁻⁵	cm/sec
7	Early Qua. Alluvial/proluvial sediments	3.08 x 10 ⁻³	cm/sec
8	Layers of N 8,9,10	3.24 x 10 ⁻⁴	cm/sec
9	Pumices (β Q _I)	1.57 x 10 ⁻²	cm/sec
10	Andecite/Scoria (β N ₂)	9.83 x 10 ⁻³	cm/sec
11	Andecite layer (N ₁)	2.83 x 10 ⁻³	cm/sec
	Average (simple)	4.67 x 10 ⁻³	cm/sec

3-2 Studying of anti-infiltration countermeasures

(1) Earth blanket coating method

In this method, the downward infiltration is constrained by the impervious coating of earth blanket which is formed through the process of spreading and compaction of clayey soil layers on the reservoir bottom. In case of the Yeghvard Reservoir, the sandy clay deposited in the reservoir basin is available for the impervious soil materials for earth blanket.

Under the assumption that the thickness of earth blanket t is 1.5 m, the water head against the upper surface of blanket H is 15 m, and the vertical permeability coefficient of earth blanket k is 5×10^{-6} cm/sec, the downward infiltration quantity through earth blanket is estimated by the formula “ $q = k \times i \times A$ ”.



Here, q : downward infiltration quantity per unit area (m^3/day)

k : vertical permeability coefficient $k = 5 \times 10^{-6}$ cm/sec = 4.3×10^{-3} m/day

i : hydraulic gradient $i = H/t = 15.0/1.5 = 10.0$

A : unit area of seeping path $A = 1.0 m^2$

Then; $q = 4.3 \times 10^{-3} m/day \times 10.0 \times 1.0 = 4.3 \times 10^{-2} m^3/day$

Total infiltration quantity (Q) seeping out through the reservoir bottom of 600 ha ($6,000,000 m^2$);

$$Q = 4.3 \times 10^{-2} m^3/day \times 6,000,000 m^2 = 258,000 m^3/day$$

This volume reaches about 6 times of the allowable infiltration quantity “ $q_a = 90,000,000 m^3 \times 0.0005 = 45,000 m^3$ ” which corresponds to 0.05 % of the total reservoir capacity; and 0.05 % is treated

in Japan as the criteria of allowable infiltration quantity (q_a) to the reservoir of irrigation use. Providing with three times of thickness is one of the ways to make the earth blanket be functional; but this is not practical from the view point of economy and possibility. Thus the earth blanket coating method is denied from the alternatives for anti-infiltration countermeasures.

(2) Watertight asphalt concrete coating method

i) Outline and past records

In this method, the reservoir bottom is paved and coated by watertight asphalt concrete through the in-situ construction works. The seepage control method by watertight asphalt concrete has a long history as the one for the facing of fill-type dam and has been chalking up the track record also for the waste repository in recent years. The permeability coefficient of the watertight asphalt concrete is estimated to be less than $k=1 \times 10^{-8}$ cm/sec and this work is regarded to have shutoff function against seepage flow.

ii) Self-holding ability against seismic movements

Self-holding abilities of this material against seismic movements are considered to be high enough based on the track record achieved as the facings of fill-type dams in Japan.

iii) Foundation works

Homogeneous and tough enough foundation works must be provided so that asphalt pavement works can be performed there by the heavy equipment compaction. The area and the level required for the foundation works are not clear at this stage because of the reservoir bottom being composed of many kinds of volcanic sediments. In addition, some treatment shall be required at the edge of works overlapping to the sandy clay sediment area.

iv) Protection works

Protection works to the pavement surface are not required especially because of the checking on foot and equipment works being allowable there. But it would be desirable for the pavement to be kept under water all through a year, especially as the anti-frozen measure in winter.

v) Repair

Damaged portions can be found by the movement of floats on the water surface; and then can be repaired if necessary.

vi) Approximate construction cost (based on the quantity survey in other project)

Single structure with 3 layers - total thickness 16 cm; 1 set ¥15,000/m² (150 USD/ m²)

(3) Coating method by low density polyethylene sheet or rubber sheet

i) Outline and past records

In this method, the infiltration through the reservoir bottom is prevented by the watertight sheet made of polyethylene or rubber covering its bottom surface. It is long since the low density polyethylene sheet or the rubber sheet has been being used as the seepage control work for irrigation-use reservoirs; but its history has many failures together with many successes so that it is important to conduct the design

considering how to avoid the damage due to faulty workmanship and to carry out the careful construction works. In these days, this method has been chalking up the track record as the seepage control for the waste repository; and such demand has brought the production of large size such as 5 m to 8 m in width and 50 m to 200 m in length. It is said that the permeability of the material is less than $k=1 \times 10^{-12}$ cm/sec so that the downward infiltration is avoided completely if faulty workmanship could be avoided completely.

ii) Self-holding ability against seismic movements

Self-holding ability against seismic movements is secured because of its high stretch properties.

iii) Foundation works

Foundation works shall be needed as the sheet is easily damaged by sharp edged gravels on the ground. Considering the site conditions, approximately 30 cm thick sandy clay of spreading/compaction shall be provided as the foundation arrangement.

iv) Protection works

The sheets might be damaged by workers' walking around on their surface, by the deteriorating action of ultraviolet rays, and by the moves of ice blocks in winter, so that the sheets' surface shall be protected by a suitable protection cover. Considering the site conditions, approximately 50 cm thick sandy clay of spreading/compaction shall be provided as the protection cover.

v) Repair

Damaged portions can be found by the movement of floats on the water surface; and then can be repaired if necessary.

vi) Approximate construction cost

$$\begin{aligned} & \text{Foundation (t=30cm) + laying of sheet (t=1.5mm) + protection (t=50cm)} \\ & = \text{¥}300/\text{m}^2 + \{ \text{¥}3,440/\text{m}^2 \text{ (sheet price) + ¥} 300/\text{m}^2 \text{ (transportation - laying)} \} + \text{¥}500/\text{m}^2 \\ & = \text{¥}4,540/\text{m}^2 \text{ (45 USD/ m}^2\text{)} \end{aligned}$$

(4) Coating method by bentonite sheet

i) Outline and past records

In this method, the infiltration through the reservoir bottom is prevented by the watertight bentonite sheet covering its bottom surface. Bentonite sheets have a lot of track record as the seepage control work for irrigation-use reservoirs; but news/information regarding their performances are sometimes positive and sometimes negative, so that it is important in the design/construction to examine the site conditions under which the materials are laid, to conduct careful construction works, and to consider how to avoid the damage due to faulty workmanship. As an example, the production size of the sheet is 6 mm thick, 2.4 m wide and 25 m long, which suggests that the laying works of sheets in wide area are carried out by plenty times of jointing works by manpower and that the problem is how to avoid human errors in these jointing works.

It is said that the permeability of the material is less than $k=1 \times 10^{-9}$ cm/sec so that the downward infiltration is avoided almost completely if faulty workmanship could be avoided completely.

ii) Self-holding ability following seismic movements

Self-holding ability against seismic movements is secured because of its high stretch properties.

iii) Foundation works

Foundation works shall be needed as the sheet is easily damaged by sharp edged gravels on the ground. Considering the site conditions, approximately 30 cm thick sandy clay of spreading/compaction shall be provided as the foundation arrangement.

iv) Protection works

The sheets might be damaged by workers' walking around on their surface, by the deteriorating action of ultraviolet rays, and by the moves of ice blocks in winter, so that the sheets' surface shall have to be protected by a suitable protection cover. Considering the site conditions, approximately 50 cm thick sandy clay of spreading/compaction shall be provided as the protection cover.

v) Repair

Damaged portions can be found by the movement of floats on the water surface; and then can be repaired if necessary.

vi) Approximate construction cost

Foundation (t=30cm) + laying of sheet (t=6mm) + protection (t=50cm)

$$=¥300/m^2 + \{¥3,200/m^2 \text{ (sheet price)} + ¥400/m^2 \text{ (transportation - laying)}\} + ¥500/m^2$$

$$=¥4,400/m^2 \text{ (44 USD/ m}^2\text{)}$$

(5) Soil-cement coating method

i) Outline and past records

In this method, the downward infiltration is constrained by the impervious coating of soil-cement constructed on the reservoir bottom. Soil cement has a long history of being used empirically for small-scale waterway constructions, ground improvement works; and recent years, the soil cement technology called "Sabo Soil Cement" for large scale civil structures such as dams, dikes or retaining walls have established in Japan. But soil cement including Sabo Soil Cement has rare example of being used as an anti- infiltration work to wide area with a focus on its impervious property. But in this case, applying the soil-cement coating method shall suggest big advantages as follows.

- The soil-cement layer shall be easily provided on the reservoir bottom through the process of mixing soils obtained in the site with cement powder, spreading the mixed soils on the ground and compacting its layer by a compactor.
- The soil-cement layer shall work as anti- infiltration coating due to its impervious property because mixing cement might accelerate the impervious characteristic of sandy clay soils.

- The soil-cement coating works shall be carried out in a big scale by heavy equipments for earth works so that the problem of human error would not appear here.

The permeability coefficient soil-cement would be $k=5 \times 10^{-8}$ cm/sec or so considering the one of concrete, but it is necessary to be confirmed in the field test. And it shall be confirmed if some hazardous chemical such as hexavalent chromium liquate comes out.

ii) Self-holding ability following seismic movements

The self-holding ability is low because of its relatively high rigidity. It might be possible for the layer to be destroyed by tension/compression brought from the phase shifting of seismic waves. To provide the layer with masonry joints for inducing cracks shall be effective to limit the damaged parts and make the repair works easy.

iii) Foundation works

Usually foundation works shall not be required; exceptionally in case of the foundation being composed of soft sedimentations, replacement shall be needed.

iv) Protection works

It is desirable for the soil-cement layer to be kept under water to avoid the cracks due to temperature alteration.

v) Repair

Damaged portions can be found by the movement of floats on the water surface; and then can be repaired if necessary.

vi) Approximate construction cost (per m^2 ; 30 cm \times 2 layers = 0.6 m^3)

Mixing of soil-cement (cement 80kg/ m^3 + mixing) + compaction (t=30cm \times 2layers)

$$= (\text{¥}13,000 \times 1/1,000 \text{kg} \times 80 \text{kg}/\text{m}^3 + \text{¥}200/\text{m}^3 + \text{¥}1,000/\text{m}^3) \times 0.6 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

$$= \text{¥}1,344/\text{m}^2 \quad (13.4 \text{ USD}/\text{m}^2)$$

(6) Imperviousness-strengthened earth blanket coverage method

i) Outline and past records

The reservoir bottom is covered with the earth blanket layer of which imperviousness is strengthened by mixing bentonite powder with sandy clay soil or by producing a thin mat of bentonite powder between the layers of sandy clay soil. There is no information of such method being applied but a lot of information of bentonite being used as an anti-infiltration material; and this method is considered as the modified one from the bentonite sheet method aiming to advance the economy and the construction reliability/performance of the former one.

ii) Self-holding ability following seismic movements

The self-holding ability is high because of the low rigidity of bentonite and earth blanket.

iii) Foundation works

Usually foundation works shall not be required except the case of the foundation being composed of a

coarse gravelly layer or so.

iv) Protection works

Protection works shall not be required as the top soil layer works as the protection.

v) Repair

Damaged portions shall be found by the movement of floats on the water surface; and then shall be repaired if necessary.

vi) Approximate construction cost

Spreading and compaction; per m²: 30 cm×3 layers=0.9m³

Two layers, each 1 cm thick, are sandwiched among 3 soil layers

Spreading/compaction(t=30cm×3layers) + bentonite powder (t=1cm×2layers + work fee50%

$$=¥1,000/m^3 \times 0.9 \text{ m}^3/m^2 + ¥30,000/1,000\text{kg} \times 25\text{kg}/\text{bag} \times 1\text{bag}/25\ell \times 10\ell/m^2/\text{layer} \times 2\text{layer} \times 1.5$$

$$=¥1,800/m^2 \text{ (18 USD/ m}^2\text{)}$$

Preliminary Cost Estimate -Yeghvard Reservoir (Irrigation Project)-

Appendix F-1

As of March 2013

1 USD=415AMD

No.	Component	Main works	Estimated cost		
			'000 AMD	'000 USD	%
N1	Reservoir basin	Polyethylene sheet instllation; 10 million m2 (Appr. 3km x 3km) Clay-sand, alumina transferring, loading and laying; 7.5 million tons Gravel transferring, loading and laying; 5.4 million tons	32,201,555	77,594	72%
N2	Dam No.1	Clay-sand, alumina demolition and transferring; 1.5 million tons Creating clay screen; 861 m3 Gravel transferring, loading and laying; 0.8 million tons	4,354,336	10,492	10%
N3	Dam No.2	Clay-sand, alumina demolition and transferring; 1.2 million tons Creating clay screen; 672 m3 Gravel transferring, loading and laying; 0.8 million tons	3,887,198	9,367	9%
N4	Irrigation outlet from Dam No.1-->Kasakh River	Concrete work; 5,600 m3 Re-bar instllation; 336 tons Metal pipe (D=1.6m) instllation; 160m	575,971	1,388	1%
N5	Irrigation outlet from Dam No.2-->Arzni Branch area Feeding pipeline 1, Simultaneously outlet 2 (DM 129+57; 12.957 km)	Concrete work; 2,000 m3 Re-bar instllation; 120 tons Metal pipe (D=1.4m) instllation; 148m	309,570	746	1%
N6	Embankment (Serving as the reservoir shore protection structure)	Removing and transferring humus (surface soil); 74,400 tons Grassing and watering; 76,000 m2	162,198	391	0%
N7	Feeding canal (1) Arzni-Shamiram to the Reservoir	Removing and transferring humus (surface soil); 1.4 m3 Backfilling clay-sand by hand; 400 m3 GRP pipe D=0.6 m; 1,100 m3	46,875	113	0%
N8	Feeding canal (2) Arzni-Shamiram to the Reservoir	Removing and transferring humus (surface soil); 74 m3 Backfilling clay-sand by hand; 20,000 m3 GRP pipe D=2.6 m; 3,700 m3	1,882,440	4,536	4%
N9	Rehabilitation of Arzni-Shamiram canal	Detonation; 10,000 m3, Filling gravel, sand; 10,000 m3 Concrete work (including demolition canal, insallation); 15,000 m3 Re-bar installation; 450 tons	1,122,133	2,704	3%
N10	Sub-total		44,542,276	107,331	100%
	Value added Tax (20%)		8,908,455	21,466	
	Total		53,450,731	128,797	

Added Items

	Sub-total of N4,N5,N6,N7,N8,N9 (Canal development)	4,099,187		
N11	Improvement of Kasakh Intake;	Tentative 50% of canal development??	2,049,593	4,939
N12	Improvement of Secondary / Tertiary canals;	Tentative 50% of canal development??	2,049,593	4,939
N13	Sub-total (N10+N11+N12)		48,641,462	117,208
N14	Price escalation (in 2013)	5%	2,432,073	5,860
N15	Sub-total (N13+N14)		51,073,535	123,069
N16	Consultant fee (Engineering & Construction supervision)	10%	5,107,354	12,307
N17	Sub-total (N15+N16)		56,180,889	135,376
N18	Physical contingencies (Kaps)	15%	8,427,133	20,306
N19	Finacial contingencies (Kaps)	4%	2,247,236	5,415
N20	Total (N17+N18+N19)		66,855,258	161,097
N21	Value added Tax (20%)		13,371,052	32,219
	Grand Total		80,226,310	193,316

Reservoir Basin (NI)

Appendix F-2

No.	Soviet time no.	Works	Unit	Quantity	Based in 1984		Estimated cost in '000 AMD						Rate		
					Main salary	Machinery operation	Total	Main salary	Machinery operation	Materials					
										Items	Cost	Price			
												Unit		Total	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	1-144	I class clay sand/ alumina loading by excavator 2.5m3	1000m3	1,500	3.240	55.920	237,653	7,990	229,663						0.16
2	310-1	Transfer of clay sand/ alumina by dump tracks 1km	ton	2,475,000		0.270	1,829,669	0	1,829,669						0.74
3	42-7	Preparation layer out of clay sand/alumina b-30sm	100m3	15,000	4.230	8.650	459,567	104,312	355,256						0.31
4	42-72	Installation of polyethylene layer	m2	10,000,000	0.019	0.005	11,853,784	312,360	131,424	Polyethylene layer m2	1	1	11,410,000		1.19
5	1-144	I class clay sand/ alumina loading by excavator 2.5m3	1000m3	3,000	3.240	55.920	475,307	15,980	459,327						0.16
6	310-1	Transfer of clay sand/ alumina by dump tracks 1km	ton	4,950,000		0.270	3,659,337	0	3,659,337						0.74
7	42-7	Protection layer out of clay sand/ alumina	100m3	30,000	4.230	8.650	919,135	208,624	710,511						0.31
8	.1-147	IV class gravel-pebble soil loading by excavator 2.5m3 dumping	1000m3	3,000	6.610	113.050	961,193	32,601	928,593						0.32
9	310-1	Transfer by dump tracks 1km	ton	5,400,000		0.270	3,992,004	0	3,992,004						0.74
10	42-7	gravel-pebble layer installation b-30sm	100m3	30,000	4.230	8.650	919,135	208,624	710,511						0.31
10	1-1150	Compaction of road padding by the roller 25 t 4 transition	100m3	15,000		7.260	298,168	0	298,168						0.20
		Sub-total (1)					25,604,951	890,489	13,304,462				11,410,000		
		Tax 13.3%	13.3%				3,405,459								
		Sub-total (2)					29,010,410								
		Profit (Overhead) 11%	11.0%				3,191,145								
		Total					32,201,555								

Dam No.1 (N2)

Appendix F-3

No.	Soviet time no.	Works	Unit	Quantity	Based in 1984		Estimated cost in '000 AMD							Rate	
					Main salary	Machinery operation	Total	Main salary	Machinery operation	Materials					
										Items	Cost	Price			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	.1-28	Class IV soil demolition by excavator 2.5m3, rib padding/filling	1000m3	127	5.630	96.370	34,735	1,177	33,558						0.27
2	.1-144	I class humus loading by excavator 2.5m3	1000m3	18	3.240	55.920	2,890	97	2,793						0.16
3	310-5	Transfer of humus by dump tracks 5km	ton	21,890		0.500	29,967	0	29,967						1.37
4	.1-144	I class humus demolition by excavator i 2.5m3 loading (clay sand/alumina)	1000m3	913	3.240	55.920	144,604	4,862	139,743						0.16
5	310-2	Transfer by dump tracks 2km	ton	1,505,900		0.330	1,360,641	0	1,360,641						0.90
6	.36-5	Creation of the screen of the dam out of clay sand/ alumina	1000m3	861	16.900	124.100	316,477	23,922	292,556						0.37
7	.1-28	Class IV soil demolition by excavator 2.5m3, rib padding/filling	1000m3	214	5.630	96.370	58,502	1,983	56,519						0.27
8		Pestling, sorting machine with a capacity of 125m3/h	machine/hr	1,714		1.270	5,960	0	5,960						3.48
9	1-236	Transfer of the leftover of IV class soil in the result of sorting, leveling by a bulldozer	1000m3	107		185.600	54,374	0	54,374						0.51
10	.1-147	Loading of the leftover of IV class soil in the result of sorting, dumping 2.5m3.	1000m3	107	6.610	113.050	34,283	1,163	33,120						0.32
11	310-3	Displacement 3 km	ton	182,000		0.390	194,343	0	194,343						1.07
12	38-7	Dam transition layer, filter	1000m3	105	6.710	47.950	14,943	1,158	13,785						0.14
13	.1-147	IV class soil demolition by excavator 2.5m3, loading, dumping	1000m3	408	6.610	113.050	130,722	4,434	126,289						0.32
14	310-2	Gravel-cobble transfer 2 km	ton	816,000		0.330	737,289	0	737,289						0.90
15	.36-2	Creation of the dam body out of pebble-gravel soil	1000m3	400	5.660	55.040	64,002	3,722	60,280						0.16
16	3--108	Explosion VII class	m3	51,000	0.085	0.270	83,351	7,127	37,702	Explosive materials kg	0.75	0.74	32296.01	1.63	
										Electric Detonator item	0.002	0.19	22.11		
										Cable for Electric Detonator m	0.46	0.15	4015.18		
										Cable for explosion m	0.33	0.07	1344.21		
										Drilling bit item	0.0026	3.12	472.05		
										Pneumatic hammer item	0.001	3.2	186.21		
										Trammel drill item	0.001	3.2	186.21		
17	3--246	To brake large fragments into pieces through explosives	m3	51,000.0	0.005	0.0023	2,016	419	321	Explosive materials kg	0.004	0.74	172.25	0.04	
										Electric Detonator item	0.072	0.19	796.05		
										Drilling bit item	0.00008	3.12	14.52		
										Cable for explosion m	0.072	0.07	293.28		
18	.1-149	VI class humus loading by excavator 2.5m3	1000m3	61.0	9.92	170.60	29,488	995	28,493						0.48
19	310-5	Transfer of the stones by dump tracks 5km	ton	107,000.0		0.50	146,483	0	146,483						1.37
20	42-1	To fix the repose of the dam with a stone	100m3	600.0	1.83	9.41	17,264	1,805	15,459						0.29
		Sub-total (1)					3,462,335	52,863	3,369,674				39798.08		
		Tax 13.3%													
		Sub-total (2)					460,491								
		Profit (Overhead) 11%													
		Total					4,354,336								

Dam No.2 (N3)

No.	Soviet time no.	Works	Unit	Quantity	Based in 1984			Estimated cost in '000 AMD						Rate	
					Main salary	Machinery operation	Total	Main salary	Machinery operation	Materials					
										Items	Cost	Price			
												Unit	Total		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	.1-28	Class IV soil demolition by excavator 2.5m3, rib padding/filling	1000m3	350	5.630	96.370	95,591	3,240	92,351						0.27
2	.1-144	I class humus loading by excavator 2.5m3	1000m3	30	3.240	55.920	4,816	162	4,655						0.16
3	310-5	Transfer of humus by dump tracks 5km	ton	36,480		0.500	49,941	0	49,941						1.37
4	.1-144	I class humus demolition by excavator f 2.5m3 loading (clay sand/alumina)	1000m3	712	3.240	55.920	112,790	3,792	108,998						0.16
5	310-2	Transfer by dump tracks 2km	ton	1,174,400		0.330	1,061,117	0	1,061,117						0.90
6	.36-5	Creation of the screen of the dam out of clay sand/ alumina	1000m3	672	16.900	124.100	246,823	18,657	228,166						0.37
7	.1-28	Class IV soil demolition by excavator 2.5m3, rib padding/filling	1000m3	204	5.630	96.370	55,716	1,888	53,828						0.27
8	Y62	Pestling, sorting machine with a capacity of 125m3/h	machine/hr	1,632		1.270	5,675	0	5,675						3.48
9	1-236	Transfer of the leftover of IV class soil in the result of sorting, leveling by a bulldozer	1000m3	102		185.600	51,834	0	51,834						0.51
10	.1-147	Loading of the leftover of IV class soil in the result of sorting, dumping 2.5m3.	1000m3	102	6.610	113.050	32,681	1,108	31,572						0.32
11	310-3	Displacement 3 km	ton	184,000		0.390	196,479	0	196,479						1.07
12	38-7	Dam transition layer, filter	1000m3	100	6.710	47.950	14,232	1,103	13,129						0.14
13	.1-147	IV class soil demolition by excavator 2.5m3, loading, dumping	1000m3	408	6.610	113.050	130,722	4,434	126,289						0.32
14	310-2	Gravel-cobble transfer 2 km	ton	816,000		0.330	737,289	0	737,289						0.90
15	.36-2	Creation of the dam body out of pebble-gravel soil	1000m3	400	5.660	55.040	64,002	3,722	60,280						0.16
16	3--108	Explosion VII class	m3	42,000	0.085	0.270	68,642	5,869	31,049	Explosive materials kg	0.750	0.740	26,597	1.63	
										Electric Detonator item	0.002	0.190	18		
										Cable for Electric Detonator m	0.460	0.150	3,307		
										Cable for explosion m	0.330	0.070	1,107		
										Drilling bit item	0.003	3.120	389		
										Pneumatic hammer item	0.001	3.200	153		
										Trammel drill item	0.001	3.200	153		
17	3--246	To brake large fragments into pieces through explosives	m3	42,000	0.005	0.002	1,661	345	264	Explosive materials kg	0.004	0.740	142	0.04	
										Electric Detonator item	0.072	0.190	656		
										Drilling bit item	0.000	3.120	12		
										Cable for explosion m	0.072	0.070	242		
18	.1-149	VI class humus loading by excavator 2.5m3	1000m3	51	9.920	170.600	24,654	832	23,822					0.48	
19	310-5	Transfer of the stones by dump tracks 5km	ton	89,000		0.500	121,841	0	121,841					1.37	
20	42-1	To fix the repose of the dam with a stone	100m3	500	1.830	9.410	14,387	1,504	12,882					0.29	
		Sub-total (1)					3,090,891	46,656	3,011,461				32,775		
		Tax 13.3%	13.3%				411,089								
		Sub-total (2)					3,501,980								
		Profit (Overhead) 11%	11.0%				385,218								
		Total		3,887,198											

Irrigation outlet from Dam No.1-->Kasakh River (N4)

Appendix F-5

No.	Soviet time no.	Works	Unit	Quantity	Based in 1984		Estimated cost in '000 AMD							Rate
					Main salary	Machinery operation	Total	Main salary	Machinery operation	Materials				
										Items	Cost	Price		
												Unit	Total	
6	7	8	9	10	11	12	13	14	15					
1	37-707	E/ Installation of concrete	m3	5,600	2.98	0.54	230,365	27,435	8,280	Concrete m3	1.015	23.890	154,937	41.14
										Cem. Mortar	0.026	29.200	4,851	
										mold/template m2	0.820	3.500	18,338	
										bolt kg	0.490	0.820	2,567	
										Timber m3	0.019	114.960	13,956	
2	37-727	Rebar Installation	ton	336	8.61	12.21	143,941	4,756	11,233	Rebar ton	1.000	333.750	127,952	428.39
3	.6-245	Cleaning of the surface of the concrete	m2	950	0.30	0.20	1,047	469	520	Sand m3	0.030	1.780	58	1.10
4	22-85	Metal pipe fitting d=1600x16mm	m	160	2.00	2.56	62,875	526	1,121	metal pipe m	1.000	335.380	61,227	392.97
5	22-362	Metal shaped parts	ton	8	190.00	162.00	10,155	2,499	3,548	metal shaped parts	1.000	450.000	4,108	1269.37
6	22-120-1	Flat valve installation	ton	12	54.20	72.10	9,600	1,069	2,369	flat valve ton	1.000	450.000	6,161	799.96
		Sub-total (1)					457,981	36,754	27,072				394,156	
		Tax 13.3%	13.3%				60,911							
		Sub-total (2)					518,893							
		Profit (Overhead) 11%	11.0%				57,078							
		Total					575,971							

F-5

Irrigation outlet from Dam No.2-->Arzni Branch area (N5)

Appendix F-6

No.	Soviet time no.	Works	Unit	Quantity	Based in 1984		Estimated cost in '000 AMD							Rate
					Main salary	Machinery operation	Total	Main salary	Machinery operation	Materials				
										Items	Cost	Price		
												Unit	Total	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	37-707	E/ Installation of concrete	m3	2,000	2.98	0.54	82,273	9,798	2,957	Concrete m3	1.015	23.890	55,335	41.14
										Cem. Mortar	0.026	29.200	1,732	
										mold/template m2	0.820	3.500	6,549	
										bolt kg	0.490	0.820	917	
										Timber m3	0.019	114.960	4,984	
2	37-727	Rebar Installation	ton	120	8.61	12.21	51,407	1,699	4,012	Rebar ton	1.000	333.750	45,697	428.39
3	.7-36	Cleaning of the surface of the concrete	m3	760	12.20	7.40	55,963	15,243	15,399	Cem. Mortar	1.000	29.200	25,321	73.64
4	22-83	Metal pipe fitting d=1400x14mm	m3	148	1.79	2.22	44,734	436	900	metal pipe m	1.000	257.000	43,399	302.26
5	22-362	Metal shaped parts	ton	6	190.00	162.00	7,616	1,874	2,661	metal shaped parts	1.000	450.000	3,081	1,269.37
6	22-120-1	Flat valve installation	ton	5	54.20	72.10	4,160	463	1,027	flat valve t	1.000	450.000	2,670	799.96
		Sub-total (1)					246,154	29,513	26,955				189,686	
		Tax 13.3%	13.3%				32,738							
		Sub-total (2)					278,892							
		Profit (Overhead) 11%	11.0%				30,678							
		Total					309,570							

Embankment (N6)

Appendix F-7

No.	Soviet time no.	Works	Unit	Quantity	Based in 1984		Estimated cost in '000 AMD							Rate
					Main salary	Machinery operation	Total	Main salary	Machinery operation	Materials				
										Items	Cost	Price		
												Unit	Total	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	.1-144	I class soil loading by excavator 2.5m3	1000m3	62	3.240	55.920	9,823	330	9,493					0.16
2	310-3	Transfer of humus 3km	ton	74,400		0.430	87,594	0	87,594					1.18
3	1-233	Spreading humus on the shep (repose) by bulldozer 30uf	1000m3	15		89.200	3,712	0	3,712					0.24
4	1-1205 1-1206	grass sow and watering	m2	76,000	0.007	0.096	23,241	875	19,976	Seed kg	0.027	1.000	2,341	0.31
								0	0	Water m3	0.004	0.141	49	
5	27-214	Warning concrete stands	item	265	0.350	0.750	4,600	152	544	Warning concrete stands item	1.000	12.910	3,904	17.36
		Sub-total (1)					128,971	1,357	121,320				6,294	
		Tax 13.3%	13.3%				17,153							
		Sub-total (2)					146,124							
		Profit (Overhead) 11%	11.0%				16,074							
		Total					162,198							

F-7

Feeding canal (2) Arzni-Shamiram to the Reservoir (N8)

Appendix F-9

F-9

No.	Soviet time no.	Works	Unit	Quantity	Based in 1984		Estimated cost in '000 AMD							Rate
					Main salary	Machinery operation	Total	Main salary	Machinery operation	Materials				
										Items	Cost	Price		
												Unit	Total	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	.1-28	Class IV soil demolition by excavator 2.5m3, rib padding/filling	1000m3	74	5.63	96.37	20,211	685	19,526					0.27
2	1-968	Preparation layer from clay sand/alumina	m3	2,200	0.46		1,664	1,664	0					0.76
3	1-968	Backfilling of clay sand/ alumina by hand	m3	20,000	0.46		15,125	15,125	0					0.76
4	1-261	Backfilling of mineral products from IV class soil by bulldozer	1000m3	30		22.10	1,815	0	1,815					0.06
5	1-236	Excessive soil leveling by bulldozer	1000m3	24		69.20	4,547	0	4,547					0.19
6	22-124	GRP pipe d=2600mm	m3	3,700	1.52	1.07	1,433,511	9,246	10,840	GRP pipe d=2600mm m	1.000	334.800	1,413,425	387.44
7	.39-5	Metal Structures	ton	30	54.9	22.30	19,943	2,708	1,832	Metal Structures	1.000	450.000	15,404	664.76
		Sub-total (1)					1,496,815	29,427	38,560				1,428,829	
		Tax 13.3%	13.3%				199,076							
		Sub-total (2)					1,695,892							
		Profit (Overhead) 11%	11.0%				186,548							
		Total					1,882,440							

Rehabilitation of Arzni-Shamiram Canal (N9)

No.	Soviet time no.	Works	Unit	Quantity	Based in 1984		Estimated cost in '000 AMD							Rate	
					Main salary	Machinery operation	Total	Main salary	Machinery operation	Materials					
										Items	Cost	Price			
												Unit	Total		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	.1-28	Class IV soil demolition by excavator 2.5m3, rib padding/filling	1000m3	25	5.630	96.370	6,828	231	6,597						0.27
2	3--14	VII class detonation with 1-2m padding/filling	m3	10,000	0.130	0.260	15,558	2,137	7,119	Explosives kg	0.400	0.740	3,377.36	1.56	
										Electrodetonator item	0.520	0.190	1,127.31		
										Cable for detonator m	1.050	0.150	1,797.08		
										Drilling item	0.002	3.120	0.18		
3	3--246	To brake large fragments into pieces through explosives	m3	10,000	0.005	0.002	395	82	63	Explosive materials kg	0.004	0.740	33.77	0.04	
										Electrodetonator item	0.072	0.190	156.09		
										Drilling item	0.000	3.120	2.85		
										Cable for explosion m	0.072	0.070	57.51		
4	.1-30	Class IV soil demolition by excavator 2.5m3, rib padding/filling	1000m3	10	7.880	134.120	3,802	130	3,672					0.38	
5	1-970	Useful production from the IV class soils	m3	3,000	0.660		3,255	3,255	0					1.09	
6	1-261 1-271	Useful production from the IV class soils by a bulldozer	1000m3	27		22.100	1,634	0	1,634					0.06	
7	1-236	Creation of road padding by bulldozer out of IV class soils	1000m3	35		69.200	6,631	0	6,631					0.19	
8	1-1150	Compaction of the road padding by rollers, 25 ton, with 4 transitions N-35sm	100m3	350		6.260	5,999	0	5,999					0.17	
9	1-989	Canal concrete demolition by jackhammer	m3	3,000	1.870	1.860	24,501	9,223	15,278					8.17	
10	27-22-1	filling gravel and sand ground	m3	10,000	0.110	0.760	48,208	1,808	20,809	something like gravel and sand Û3	1.260	1.780	25,590	4.82	
11	37-74	Preparation layer out of concrete	m3	700	0.950	0.090	19,141	1,093	172	heavy concrete Û3	1.015	22.050	17,876	27.34	
12	37-707	Installation of the concrete	m3	8,000	2.980	0.540	329,093	39,193	11,828	concrete m3	1.015	23.890	221,339	41.14	
										Cem. mortar	0.026	29.200	6,930		
										mold m2	0.820	3.500	26,197		
										bolt kg	0.490	0.820	3,668		
										timber m3	0.019	114.960	19,938		
13	37-705	Canal from concrete	m3	6,800	1.020	0.530	215,662	11,403	9,868	Concrete m3	1.015	23.890	188,138	31.71	
										Cem. Mortar	0.007	29.200	1,563		
										mortar m2	0.130	3.500	3,530		
										timber m3	0.001	114.960	1,160		
14	37-727	Rebar installation	ton	408	8.610	12.210	174,785	5,775	13,640	rebar ton	1.000	333.750	155,370	428.39	
15	37-705	E/ concrete pillar rebar consumption 150kg/m3	m3	225	1.020	0.530	7,167	377	327	heavy concrete m3	1.015	23.890	6,225	31.85	
										cem. mortar	0.007	29.200	52		
										mold 2	0.130	3.500	117		
										timber m3	0.001	114.960	70		
16	37-727	Rebar installation	ton	34	8.610	12.210	14,458	478	1,128	rebar ton	1.000	333.750	12,852	428.39	
17	37-713	E/ Installation of precast concrete plates	m3	1,100	2.000	2.950	12,502	3,617	8,885					0	
18	ÆÜü	E/ Value of precast concrete plates	item	244			2,642	0	0	cost of the plates item	1.000	9.490	2,642	10.83	
		Sub-total (1)					892,260	78,803	113,649				699,808		
		Tax 13.3%	13.3%				118,671								
		Sub-total (2)					1,010,931								
		Profit (Overhead) 11%	11.0%				111,202								
		Total					1,122,133								

Financial Evaluation a)at Request Project cost=193 Million USD

	Year	Project Cost	Project Benefit				Benefit-Cost	Discount Rate (10%)	Discounted Cost	Discounted Benefit
			Crop	Livestock	O&M Reduction	(Total)				
0	2015							1.0000		
1	2016	38,660,000				0	-38,660,000	0.9000	34,794,000	0
2	2017	38,660,000				0	-38,660,000	0.8100	31,314,600	0
3	2018	38,660,000				0	-38,660,000	0.7290	28,183,140	0
4	2019	38,660,000				0	-38,660,000	0.6561	25,364,826	0
5	2020	38,660,000	8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	-26,934,607	0.5905	22,828,343	6,923,727
6	2021		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.5314		6,231,355
7	2022		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.4783		5,608,219
8	2023		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.4305		5,047,397
9	2024		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.3874		4,542,657
10	2025		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.3487		4,088,392
11	2026		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.3138		3,679,553
12	2027		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.2824		3,311,597
13	2028		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.2542		2,980,438
14	2029		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.2288		2,682,394
15	2030		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.2059		2,414,154
16	2031		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.1853		2,172,739
17	2032		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.1668		1,955,465
18	2033		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.1501		1,759,919
19	2034		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.1351		1,583,927
20	2035		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.1216		1,425,534
21	2036		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.1094		1,282,981
22	2037		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0985		1,154,683
23	2038		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0886		1,039,214
24	2039		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0798		935,293
25	2040		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0718		841,764
26	2041		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0646		757,587
27	2042		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0581		681,829
28	2043		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0523		613,646
29	2044		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0471		552,281
30	2045		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0424		497,053
31	2046		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0382		447,348
32	2047		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0343		402,613
33	2048		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0309		362,352
34	2049		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0278		326,116
35	2050		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0250		293,505
	Total	193,300,000							142,484,909	64,763,796

FIRR	4.2%
B/C	0.45
NPV	-77,721,113

Financial Evaluation b)Rubber/Bentonite sheets Project cost=455 Million USD

	Year	Project Cost	Project Benefit				Benefit-Cost	Discount Rate (10%)	Discounted Cost	Discounted Benefit
			Crop	Livestock	O&M Reduction	(Total)				
0	2015							1.0000		
1	2016	91,000,000				0	-91,000,000	0.9000	81,900,000	0
2	2017	91,000,000				0	-91,000,000	0.8100	73,710,000	0
3	2018	91,000,000				0	-91,000,000	0.7290	66,339,000	0
4	2019	91,000,000				0	-91,000,000	0.6561	59,705,100	0
5	2020	91,000,000	8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	-79,274,607	0.5905	53,734,590	6,923,727
6	2021		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.5314		6,231,355
7	2022		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.4783		5,608,219
8	2023		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.4305		5,047,397
9	2024		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.3874		4,542,657
10	2025		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.3487		4,088,392
11	2026		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.3138		3,679,553
12	2027		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.2824		3,311,597
13	2028		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.2542		2,980,438
14	2029		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.2288		2,682,394
15	2030		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.2059		2,414,154
16	2031		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.1853		2,172,739
17	2032		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.1668		1,955,465
18	2033		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.1501		1,759,919
19	2034		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.1351		1,583,927
20	2035		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.1216		1,425,534
21	2036		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.1094		1,282,981
22	2037		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0985		1,154,683
23	2038		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0886		1,039,214
24	2039		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0798		935,293
25	2040		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0718		841,764
26	2041		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0646		757,587
27	2042		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0581		681,829
28	2043		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0523		613,646
29	2044		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0471		552,281
30	2045		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0424		497,053
31	2046		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0382		447,348
32	2047		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0343		402,613
33	2048		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0309		362,352
34	2049		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0278		326,116
35	2050		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0250		293,505
	Total	455,000,000							335,388,690	66,595,730

FIRR	-1.3%
B/C	0.20
NPV	-268,792,960

Financial Evaluation c)Soil cement Project cost=210 Million USD

	Year	Project Cost	Project Benefit				Benefit-Cost	Discount Rate (10%)	Discounted Cost	Discounted Benefit
			Crop	Livestock	O&M Reduction	(Total)				
0	2015						1.0000			
1	2016	41,920,000				0	-41,920,000	0.9000	37,728,000	0
2	2017	41,920,000				0	-41,920,000	0.8100	33,955,200	0
3	2018	41,920,000				0	-41,920,000	0.7290	30,559,680	0
4	2019	41,920,000				0	-41,920,000	0.6561	27,503,712	0
5	2020	41,920,000	8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	-30,194,607	0.5905	24,753,341	6,923,727
6	2021		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.5314		6,231,355
7	2022		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.4783		5,608,219
8	2023		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.4305		5,047,397
9	2024		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.3874		4,542,657
10	2025		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.3487		4,088,392
11	2026		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.3138		3,679,553
12	2027		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.2824		3,311,597
13	2028		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.2542		2,980,438
14	2029		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.2288		2,682,394
15	2030		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.2059		2,414,154
16	2031		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.1853		2,172,739
17	2032		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.1668		1,955,465
18	2033		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.1501		1,759,919
19	2034		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.1351		1,583,927
20	2035		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.1216		1,425,534
21	2036		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.1094		1,282,981
22	2037		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0985		1,154,683
23	2038		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0886		1,039,214
24	2039		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0798		935,293
25	2040		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0718		841,764
26	2041		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0646		757,587
27	2042		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0581		681,829
28	2043		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0523		613,646
29	2044		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0471		552,281
30	2045		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0424		497,053
31	2046		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0382		447,348
32	2047		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0343		402,613
33	2048		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0309		362,352
34	2049		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0278		326,116
35	2050		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0250		293,505
	Total	209,600,000							154,499,933	66,595,730

FIRR	3.6%
B/C	0.43
NPV	-87,904,203

Financial Evaluation d)Bentonite mixing Project cost=241 Million USD

	Year	Project Cost	Project Benefit				Benefit-Cost	Discount Rate (10%)	Discounted Cost	Discounted Benefit
			Crop	Livestock	O&M Reduction	(Total)				
0	2015							1.0000		
1	2016	48,240,000				0	-48,240,000	0.9000	43,416,000	0
2	2017	48,240,000				0	-48,240,000	0.8100	39,074,400	0
3	2018	48,240,000				0	-48,240,000	0.7290	35,166,960	0
4	2019	48,240,000				0	-48,240,000	0.6561	31,650,264	0
5	2020	48,240,000	8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	-36,514,607	0.5905	28,485,238	6,923,727
6	2021		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.5314		6,231,355
7	2022		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.4783		5,608,219
8	2023		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.4305		5,047,397
9	2024		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.3874		4,542,657
10	2025		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.3487		4,088,392
11	2026		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.3138		3,679,553
12	2027		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.2824		3,311,597
13	2028		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.2542		2,980,438
14	2029		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.2288		2,682,394
15	2030		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.2059		2,414,154
16	2031		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.1853		2,172,739
17	2032		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.1668		1,955,465
18	2033		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.1501		1,759,919
19	2034		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.1351		1,583,927
20	2035		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.1216		1,425,534
21	2036		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.1094		1,282,981
22	2037		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0985		1,154,683
23	2038		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0886		1,039,214
24	2039		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0798		935,293
25	2040		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0718		841,764
26	2041		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0646		757,587
27	2042		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0581		681,829
28	2043		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0523		613,646
29	2044		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0471		552,281
30	2045		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0424		497,053
31	2046		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0382		447,348
32	2047		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0343		402,613
33	2048		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0309		362,352
34	2049		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0278		326,116
35	2050		8,362,273	1,613,120	1,750,000	11,725,393	11,725,393	0.0250		293,505
	Total	241,200,000							177,792,862	66,595,730

FIRR	2.6%
B/C	0.37
NPV	-111,197,132