

付 録

付属報告書-9 ダム操作

付録

目次

	頁
第1章 日本の事例紹介	1
1.1 ダム貯水池の統合的運用.....	1
1.2 ダム放流による下流河川環境の回復.....	2
1.3 既存ダムの再開発.....	3

付表目次

付表 1 ダム及び貯水池の諸元（観音閣ダム）.....	1
付表 2 ダム及び貯水池の諸元（関門山ダム）.....	5
付表 3 ダム及び貯水池の諸元（三道河ダム）.....	6
付表 4 ダム及び貯水池の諸元（菱窩ダム）.....	7
付表 5 ダム及び貯水池の諸元（湯河ダム）.....	8
付表 6 ダム及び貯水池の諸元（上英ダム）.....	9
付表 7 ダム及び貯水池の諸元（山咀子ダム）.....	10
付表 8 ダム及び貯水池の諸元（王家坎ダム）.....	11
付表 9 大規模・中規模の貯水池水位-貯水量-湛水面積関係式.....	12
付表 10 流況表（本溪）.....	13
付表 11 流況表（遼陽）.....	13
付表 12 流況表（小林子）.....	14
付表 13 流況表（唐馬寨）.....	14
付表 14 流況表（大東山堡）.....	15
付表 15 流況表（海城）.....	15
付表 16 ダム地点における月別流入・放流量（2003年記録）.....	16
付表 17 流量追跡モデル計算点における自然流量算定結果(1985年) (1/2).....	17
付表 18 流量追跡モデル計算点における自然流量算定結果(1985年) (2/2).....	18
付表 19 流量追跡モデル計算点における自然流量算定結果(2001年) (1/2).....	19
付表 20 流量追跡モデル計算点における自然流量算定結果(2001年) (2/2).....	20
付表 21 2003年型操作に対する各ダム放流量設定.....	21
付表 22 貯水池運用計算における月別流入量（観音閣ダム）.....	22

付表 23	貯水池運用計算における 2003 年型操作に対する月別放流量（観音閣ダム）	22
付表 24	貯水池運用計算における月別流入量（関門山ダム）	23
付表 25	貯水池運用計算における 2003 年型操作に対する月別放流量（関門山ダム）	23
付表 26	貯水池運用計算における月別流入量（三道河ダム）	24
付表 27	貯水池運用計算における 2003 年型操作に対する月別放流量（三道河ダム）	24
付表 28	貯水池運用計算における月別流入量（湯河ダム）	25
付表 29	貯水池運用計算における 2003 年型操作に対する月別放流量（湯河ダム） ...	25
付表 30	貯水池運用計算における月別流入量（菱窩ダム）	26
付表 31	貯水池運用計算における 2003 年型操作に対する月別放流量（菱窩ダム） ...	26
付表 32	菱窩ダム下流の灌漑区の 2005 年用水計画.....	27
付表 33	2020 年の水需要（観音閣ダム～本溪地点間）	28
付表 34	2020 年の水需要（菱窩ダム～遼陽地点間）	28
付表 35	2020 年の水需要（遼陽～唐馬寨地点間）	29

付図目次

付図 1	大規模・中規模ダムの貯水池水位-貯水量-湛水面積関係	30
付図 2	2003 年型ダム操作に対する 20 年間貯水位変動（観音閣ダム）	31
付図 3	2003 年型ダム操作に対する 20 年間貯水位変動（関門山ダム）	32
付図 4	2003 年型ダム操作に対する 20 年間貯水位変動（三道河ダム）	33
付図 5	2003 年型ダム操作に対する 20 年間貯水位変動（湯河ダム）	34

第1章 日本の事例紹介

1.1 ダム貯水池の統合的運用

(1) ダム統合管理の目標

河川流域における社会経済活動および環境上の諸活動は複雑で広範囲であり、流域内における全ての地域社会の保全と開発促進のためには、ダム群の特性を活用しそれらの有機的な関係を維持しながら統合的なダム管理と運用を行う必要がある。これらに対応できるものとして流域内の各ダム機能を集約したダム統合管理事務所が編成されている。

ダム統合管理の目標は以下のとおりである。

洪水時
多様な洪水に対して最適な調節を行うことによりダムより下流域の洪水被害を最小限にとどめ、単ダム管理以上の効果を上げること。
低水時
水系全体の流水の状態を総合的に考慮してダム群の操作を有効、適切に行うことにより円滑な水利用を図り、さらに渇水に際しては今後想定される渇水の程度を早期に予測し、水利調整を行い、渇水被害を最小限にして社会生活上、産業上の利益を向上させるとともに河川環境の維持を図ること。

(2) ダム統合管理事務所

これらの事務所は流域のそれぞれの地点における降雨と流量、貯水池水位およびダム流入量や放流量に関する情報のみならず下流河川における水位・流量、さらに雨量レーダーのデータや数値気象予測結果による降雨・流量の予測、予報情報の集中管理と分析を行っている。これらの情報に基づき流域内のダム群の運用を調整し、かつ必要な指示を与えている。

表 1.1.1 統合管理事務所(日本)

統合管理事務所名	設置年月日	対象ダム
利根川ダム統合管理事務所	昭39. 4. 1	藤原ダム、相俣ダム、菌原ダム、矢木沢ダム、下久保ダム、草木ダム、奈良俣ダム
淀川ダム統合管理事務所	昭44. 7. 1	天ヶ瀬ダム、高山ダム、青蓮寺ダム、室生ダム、瀬田川洗堰、布目ダム、日吉ダム、比奈知ダム
鬼怒川ダム統合管理事務所	昭47. 1. 1	五十里ダム、川俣ダム、川治ダム
天竜川ダム統合管理事務所	昭47. 1. 1	美和ダム、小渋ダム
吉野川ダム統合管理事務所	昭48. 4. 16	柳瀬ダム、早明浦ダム、池田ダム、新宮ダム
北上川ダム統合管理事務所	昭50. 1. 1	石淵ダム、田瀬ダム、湯田ダム、四十四田ダム、御所ダム
木曾川上流工事事務所	昭54. 4. 1	岩屋ダム、阿木川ダム、丸山ダム、横山ダム
九頭竜川ダム統合管理事務所	昭54. 4. 6	九頭竜ダム、真名川ダム
筑後川ダム統合管理事務所	昭54. 4. 6	寺内ダム、松原ダム、下笠ダム、筑後大堰
北部ダム統合管理事務所	昭58. 4. 6	福地ダム、新川ダム、安波ダム、普久川ダム、辺野喜ダム
豊平川ダム統合管理事務所	平2. 6. 8	豊平峡ダム、定山溪ダム
山国川ダム・堰統合管理事務所	平3. 4. 12	耶馬溪ダム、平成大堰
最上川ダム統合管理事務所	平8. 5. 11	寒河江ダム、白川ダム
荒川上流工事事務所	平11. 4. 1	二瀬ダム、浦山ダム、荒川調整池

(注) 設置年順(事務所) 水資源機構ダム

1.2 ダム放流による下流河川環境の回復

日本はアジアモンスーン地帯に位置し、大半のダムでは、梅雨や台風による降水量の多い洪水期に洪水調節期間を設け、貯水位を常時満水位から洪水期制限水位に下げて洪水調節容量を確保する運用を行っている。

近年、河川環境に対する地域および一般住民の意識が高まり、ダム下流河川の減水区間等の環境改善が求められている。その解決手法の一つとして「ダムの弾力的管理」を国土交通省では2000年より試験的に実施している。これはダム下流減水区間の環境改善のため、「維持流量増量放流」、「フラッシュ放流」などを行うものである。この運用は洪水調節容量の一部に治水上安全な範囲で一時的に「活用容量」を新たに貯留し、一時的に確保された活用容量は治水上の安全確保のため、気象情報などの洪水予測情報をもとに洪水到達までに放流される。

図 1.2.1 はダムの弾力的管理にともなう貯水池の水位変化を模式的に示したものである。ダムの弾力的管理では洪水調節容量の一部を活用容量として使用しているため、洪水が流入する場合、事前に水位を所定の洪水調節容量が確保できるように低下しておく必要がある。これを事前放流とよんでいる。ダムの弾力的管理の試行は2000年に15ヶ所のダムで行われ、貯水池下流河川の水辺の景観や生息地の改善がはかられた。今後は洪水予報精度向上ならびにより一層効果的な手法開発によって、他ダムへの適用が期待されている。

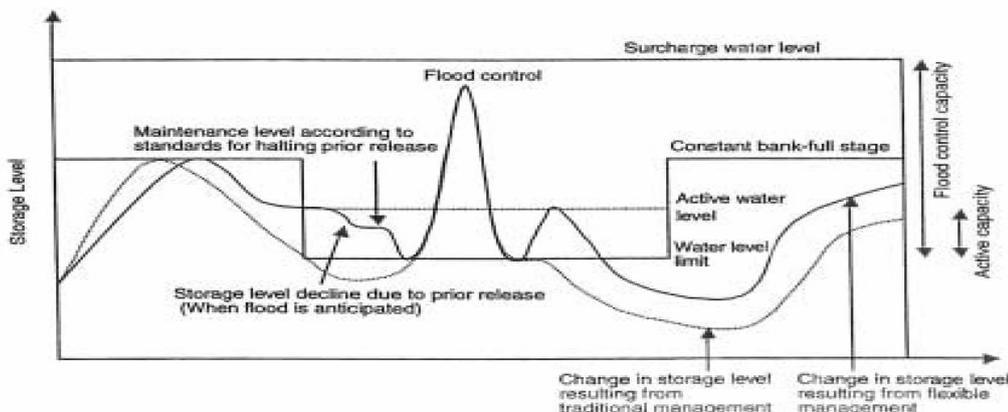


図 1.2.1 ダムの弾力的運用管理模式図



図 1.2.2 弾力的管理試験によるフラッシュ操作の状況

1.3 既存ダムの再開発

表 1.3.1 に日本における再開発事例を示す。

表 1.3.1 日本における再開発事例（完成 or 計画中）

再開発の目的		I) ハードな対応			II) ソフトな対応	
		① ダム嵩上げ (嵩上げ前-後)	①②放流設備 新設・改造	④貯水池 掘消、浚渫等	① 容量再配分 ② 運用変更	②ダム群貯水池 容量再編成
A 供給量増大変化に伴うもの	① 水道用水 ② 工業用水 ③ 発電等各種利水容量の増大	川上 (H=46.5-46.5m) 萱瀬 (H=51-65.5m) 木屋 (H=41-51.5m) 津軽 (検討中) 桜山 (H=25-40m) 三川 (H=48-53m) 王泊 (H=60-70.5m) 黒田 (H=35-45.2m) 丸山再開発 (H=98.5-122.5m)	旭川 天ヶ瀬 福地 旭川 天ヶ瀬 新内川	南畑 美和再開発	釜房 矢木沢 籾井川 新内川 笠堀 笹生川	
	B 治水安全度の向上	治水容量増大 洪水吐き放流機能向上	新中野 (H=53.5-94.9m) 丸山再開発 (H=98.5-122.5m) 萱瀬 (H=51-65.5m) 木屋川 (H=41-51.5m) 白川 (H=25.5-30.0m) 化女沼 (H=4.5-24m) 長沼 (H=6-15.3m) 狭山 (H=15-18.5m)	籾井川 笠堀、萱瀬 笠王川、小ヶ倉 木屋川 天ヶ瀬 福地、笹生川	南畑	旭川 (予備放流容量変更) 鶴田
C 水質の向上	表層 or 選択取水設備の設置		下久保、白川 旭川、松原 小河内			
D.	堆砂による貯水池機能の低下対策			小渋 美和再開発 横山 柳瀬		
A.	④流水の正常な機能の維持増大		鎧畑 松原		松原、下荃	

・福地、白川、化女沼、長沼はフィルダムであり、他は全てコンクリートダムである。

・本表は理解のために事例を紹介したもので全ての事業を網羅していない。ダム技術 1995年 No. 108 再開発特集

付表 1 ダム及び貯水池の諸元(観音閣ダム)

(1) ダム諸元	
河川名	太子河本川
位置	本溪县小市鎮
竣工年	1995
形式	RCD コンクリートダム
堤高	82 m
堤頂標高	267 EL.m
堤頂長	1,040 m
堤体積	2,207,300 m ³
(2) 貯水池	
集水面積	2,795 km ²
湛水面積 ¹	61 km ²
総貯水容量 (校核洪水水位相当貯水容量) ①	2,168 百万 m ³
設計洪水水位相当貯水容量②	2,023 百万 m ³
常時満水位相当貯水容量③	1,420 百万 m ³
制限水位相当貯水容量④	1,420 百万 m ³
堆砂容量⑤	34.8 百万 m ³
洪水調節容量②-④	603.0 百万 m ³
非洪水期利水容量③-⑤	1,385.2 百万 m ³
洪水期利水容量④-⑤	1,385.2 百万 m ³
校核洪水水位	265.7 EL.m
設計洪水水位	263.9 EL.m
常時満水位	255.2 EL.m
洪水期制限水位	255.2 EL.m
最低水位	207.7 EL.m
(3) 放流設備	
常用洪水吐き最大放流量 (農業・工業・上水)	51.15 m ³ /s
常用洪水吐き最大放流量 (発電)	56 m ³ /s
非常用洪水吐き最大放流量	9,492 m ³ /s
校核洪水流量 (10,000年確率洪水)	22,000 m ³ /s
設計洪水流量 (1,000年確率洪水)	15,700 m ³ /s

¹ 常時満水位時の湛水面積

出典：太子河流域ダム運用管理資料収集整理最終報告書、遼寧省水利水電科学研究院、2005年1月

付表 2 ダム及び貯水池の諸元(関門山ダム)

(1) ダム諸元	
河川名	小湯河 (太子河支川)
位置	本溪县小市鎮
竣工年	1988
形式	CFRD
堤高	58.5 m
堤頂標高	379.0 EL.m
堤頂長	183.6 m
堤体積	446,000 m ³
(2) 貯水池	
集水面積	169 km ²
湛水面積 ¹	3.78 km ²
総貯水容量 (校核洪水水位相当貯水容量) ①	81.0 百万 m ³
設計洪水水位相当貯水容量② ²	64.0 百万 m ³
常時満水位相当貯水容量③	57.0 百万 m ³
制限水位相当貯水容量④	51.0 百万 m ³
堆砂容量+死水容量⑤	2.0 百万 m ³
洪水調節容量②-④	13.0 百万 m ³
非洪水期利水容量③-⑤	55.0 百万 m ³
洪水期利水容量④-⑤	49.0 百万 m ³
校核洪水水位	377.7 EL.m
設計洪水水位	373.9 EL.m
常時満水位	372.1 EL.m
洪水期制限水位 ³	370.4 EL.m
最低水位	341.0 EL.m
(3) 放流設備	
常用洪水吐き最大放流量 (農業・工業・上水)	131.6 m ³ /s
常用洪水吐き最大放流量 (発電)	4.72 m ³ /s
非常用洪水吐き最大放流量	1,227 m ³ /s
校核洪水流量 (10,000年確率洪水)	N.A. m ³ /s
設計洪水流量 (100年確率洪水)	N.A. m ³ /s

¹ 常時満水位時の湛水面積

² 水位-貯水量曲線から読み取り

³ 6月中旬 365.0m: 7月中旬約 368.0m: 8月上旬約 370.4m

出典: 太子河流域ダム運用管理資料収集整理最終報告書、遼寧省水利水電科学研究院、2005年1月

付表 3 ダム及び貯水池の諸元(三道河ダム)

(1) ダム諸元	
河川名	小夾河 (太子河支川)
位置	本溪县高官郷
竣工年	1972
形式	中心遮水ゾーン型フィルダム
堤高	36.2 m
堤頂標高	250.75 EL.m
堤頂長	222.0 m
堤体積	N.A. m ³
(2) 貯水池	
集水面積	77 km ²
湛水面積 ¹	2.085 km ²
総貯水容量 (校核洪水水位相当貯水容量) ①	29.8 百万 m ³
設計洪水水位相当貯水容量② ²	24.4 百万 m ³
常時満水位相当貯水容量③	23.6 百万 m ³
制限水位相当貯水容量④	21.55 百万 m ³
堆砂容量+死水容量⑤	0.6 百万 m ³
洪水調節容量②-④	2.9 百万 m ³
非洪水期利水容量③-⑤	23.0 百万 m ³
洪水期利水容量④-⑤	21.0 百万 m ³
校核洪水水位	250.6 EL.m
設計洪水水位	248.36 EL.m
常時満水位	248.0 EL.m
洪水期制限水位 ³	247.0 EL.m
最低水位	223.5 EL.m
(3) 放流設備	
常用洪水吐き最大放流量 (農業・工業・上水)	28.0 m ³ /s
非常用洪水吐き最大放流量	453 m ³ /s
校核洪水流量 (1,000年確率洪水)	N.A. m ³ /s
設計洪水流量 (50年確率洪水)	N.A. m ³ /s

¹ 常時満水位時の湛水面積² 水位-貯水量曲線から読み取り³ 7月20日～8月20日 247m

出典：太子河流域ダム運用管理資料収集整理最終報告書、遼寧省水利水電科学研究院、2005年1月

付表 4 ダム及び貯水池の諸元(稷窩ダム)

(1) ダム諸元	
河川名	太子河本川
位置	遼陽市弓長嶺区
竣工年	1974
形式	重力式コンクリートダム
堤高	50.3 m
堤頂標高	103.5 EL.m
堤頂長	532 m
堤体積	N.A. m ³
(2) 貯水池	
集水面積	3,380 km ²
湛水面積 ¹	39.9 km ²
総貯水容量(校核洪水水位相当貯水容量)①	791 百万 m ³
設計洪水水位相当貯水容量②	781 百万 m ³
常時満水位相当貯水容量③	543 百万 m ³
制限水位相当貯水容量④	214 百万 m ³
堆砂容量+死水容量⑤	10 百万 m ³
洪水調節容量②-④	567.0 百万 m ³
非洪水期利水容量③-⑤	533.0 百万 m ³
洪水期利水容量④-⑤	204.0 百万 m ³
校核洪水水位	102.0 EL.m
設計洪水水位	100.8 EL.m
常時満水位	96.6 EL.m
洪水期制限水位 ²	86.2 EL.m
最低水位	70.0 EL.m
(3) 放流設備	
常用洪水吐き最大放流量(農業・工業・上水)	2,750 m ³ /s
常用洪水吐き最大放流量(発電)	186.3 m ³ /s
非常用洪水吐き最大放流量	20,400 m ³ /s
校核洪水流量(10,000年確率洪水)	24,800 m ³ /s
設計洪水流量(100年確率洪水)	15,300 m ³ /s

¹ 常時満水位時の湛水面積

² 7月中旬 86.2m: 7月下旬～8月上旬 86.2-89.0m: 8月中旬 92.0-93.5m: 8月下旬 94.0-95.5m

出典: 太子河流域ダム運用管理資料収集整理最終報告書、遼寧省水利水電科学研究院、2005年1月

付表 5 ダム及び貯水池の諸元(湯河ダム)

(1) ダム諸元	
河川名	湯河 (太子河支川)
位置	遼陽市弓長嶺区
竣工年	1969
形式	斜心壁型ロックフィルダム
堤高	48.5 m
堤頂標高	118.5 EL.m
堤頂長	455 m
堤体積	N.A. m ³
(2) 貯水池	
集水面積	1,228 km ²
湛水面積 ¹	32.2 km ²
総貯水容量 (校核洪水水位相当貯水容量) ①	723.0 百万 m ³
設計洪水水位相当貯水容量②	551 百万 m ³
常時満水位相当貯水容量③	395.0 百万 m ³
制限水位相当貯水容量④	339 百万 m ³
堆砂容量+死水容量⑤	25 百万 m ³
洪水調節容量②-④	212.0 百万 m ³
非洪水期利水容量③-⑤	370.0 百万 m ³
洪水期利水容量④-⑤	314.0 百万 m ³
校核洪水水位	117.7 EL.m
設計洪水水位	111.3 EL.m
常時満水位	109.36 EL.m
洪水期制限水位 ²	107.86 EL.m
最低水位	85.26 EL.m
(3) 放流設備	
常用洪水吐き最大放流量 (工業・上水)	251 m ³ /s
非常用洪水吐き最大放流量	2,713 m ³ /s
校核洪水流量 (可能最大洪水)	12,300 m ³ /s
設計洪水流量 (100 年確率洪水)	4,600 m ³ /s

¹ 常時満水位時の湛水面積

² 7月上旬 108.66-109.2m: 7月中旬～8月上旬 107.86-108.4m: 8月中旬 108.66-109.2m

出典：太子河流域ダム運用管理資料収集整理最終報告書、遼寧省水利水電科学研究院、2005年1月

付表 6 ダム及び貯水池の諸元(上英ダム)

(1) ダム諸元	
河川名	海城河支川五道河(太子河系)
位置	海城市什司県郷
竣工年	1983
形式	中心遮水ゾーン型フィルダム
堤高	30.17 m
堤頂標高	102.0 EL.m
堤頂長	575.0 m
堤体積	1,713,000 m ³
(2) 貯水池	
集水面積	54 km ²
湛水面積 ¹	1.68 km ²
総貯水容量(校核洪水水位相当貯水容量)①	31.7 百万 m ³
設計洪水水位相当貯水容量② ²	26.31 百万 m ³
常時満水位相当貯水容量③	20.37 百万 m ³
制限水位相当貯水容量④	20.37 百万 m ³
堆砂容量+死水容量⑤	2.2 百万 m ³
洪水調節容量②-④	5.94 百万 m ³
非洪水期利水容量③-⑤	18.17 百万 m ³
洪水期利水容量④-⑤	18.17 百万 m ³
校核洪水水位	102.0 EL.m
設計洪水水位	99.72 EL.m
常時満水位	96.8 EL.m
洪水期制限水位	96.8 EL.m
最低水位	82.0 EL.m
(3) 放流設備	
常用洪水吐き最大放流量(農業)	16.8 m ³ /s
非常用洪水吐き最大放流量	525 m ³ /s
校核洪水流量(10,000年確率洪水)	N.A. m ³ /s
設計洪水流量(100年確率洪水)	N.A. m ³ /s

¹常時満水位時の湛水面積²水位-貯水量曲線から読み取り

出典:太子河流域ダム運用管理資料收集整理最終報告書、遼寧省水利水電科学研究院、2005年1月

付表 7 ダム及び貯水池の諸元(山咀子ダム)

(1) ダム諸元	
河川名	海城河支川 (太子河系)
位置	海城市接文郷
竣工年	1970
形式	中心遮水ゾーン型フィルダム
堤高	32.6 m
堤頂標高	210.8 EL.m
堤頂長	414.0 m
堤体積	641,000 m ³
(2) 貯水池	
集水面積	38 km ²
湛水面積 ¹	0.64 km ²
総貯水容量 (校核洪水水位相当貯水容量) ①	11.34 百万 m ³
設計洪水水位相当貯水容量② ²	9.35 百万 m ³
常時満水位相当貯水容量③	6.9 百万 m ³
制限水位相当貯水容量④	6.9 百万 m ³
堆砂容量+死水容量⑤	0.5 百万 m ³
洪水調節容量②-④	2.45 百万 m ³
非洪水期利水容量③-⑤	6.4 百万 m ³
洪水期利水容量④-⑤	6.4 百万 m ³
校核洪水水位	210.49 EL.m
設計洪水水位	208.48 EL.m
常時満水位	204.5 EL.m
洪水期制限水位	204.5 EL.m
最低水位	187.5 EL.m
(3) 放流設備	
常用洪水吐き最大放流量 (農業)	16.67 m ³ /s
非常用洪水吐き最大放流量	871 m ³ /s
校核洪水流量 (1,000年確率洪水)	N.A. m ³ /s
設計洪水流量 (50年確率洪水)	N.A. m ³ /s

¹常時満水位時の湛水面積²水位-貯水量曲線から読み取り

出典：太子河流域ダム運用管理資料収集整理最終報告書、遼寧省水利水電科学研究院、2005年1月

付表 8 ダム及び貯水池の諸元(王家坎ダム)

(1) ダム諸元	
河川名	海城河支川八里河 (太子河系)
位置	海城市八里郷
竣工年	1959
形式	斜心壁型ロックフィルダム
堤高	18.0 m
堤頂標高	112.3 EL.m
堤頂長	535.0 m
堤体積	750,000 m ³
(2) 貯水池	
集水面積	62 km ²
湛水面積 ¹	1.69 km ²
総貯水容量 (校核洪水位相当貯水容量) ①	19.3 百万 m ³
設計洪水位相当貯水容量② ²	14.5 百万 m ³
常時満水位相当貯水容量③	8.45 百万 m ³
制限水位相当貯水容量④	8.45 百万 m ³
堆砂容量+死水容量⑤	0.5 百万 m ³
洪水調節容量②-④	6.05 百万 m ³
非洪水期利水容量③-⑤	7.95 百万 m ³
洪水期利水容量④-⑤	7.95 百万 m ³
校核洪水位	111.16 EL.m
設計洪水位	109.21 EL.m
常時満水位	106.2 EL.m
洪水期制限水位	106.2 EL.m
最低水位	99.0 EL.m
(3) 放流設備	
常用洪水吐き最大放流量 (農業)	6 m ³ /s
非常用洪水吐き最大放流量	344 m ³ /s
校核洪水流量 (2,000年確率洪水)	N.A. m ³ /s
設計洪水流量 (100年確率洪水)	N.A. m ³ /s

¹常時満水位時の湛水面積²水位-貯水量曲線から読み取り

出典：太子河流域ダム運用管理資料収集整理最終報告書、遼寧省水利水電科学研究院、2005年1月

附表 9 大規模・中規模の貯水池水位-貯水量-湛水面積関係式

観音閣ダム

水位	EL.m	貯水容量 (MCM)	貯水池面積 (km ²)
校核洪水位	265.7	2168.00	83.49
設計洪水位	263.9	2023.00	77.62
常時満水位	255.2	1420.00	61.00
洪水期制限水位	255.2	1420.00	61.00
*	225.0	259.50	19.66
最低水位	207.7	34.80	4.80
基礎地盤	193.2	0.00	0.00

*Guanying Reservoir Project: Operation and Maintenance Manual (Civil Structures), June 1995

水位: $H=aV+b$ 面積: $A=cH+d$

EL.m	a	b	c	d
263.9 - 265.7	0.0124100	238.7950	3.2609600	-782.9470
255.2 - 263.9	0.0144300	234.7081	1.9104200	-426.5390
225.0 - 255.2	0.0260200	218.2516	1.3688700	-288.3360
207.7 - 225.0	0.0769900	205.0211	0.8591500	-173.6490
193.2 - 207.7	0.4169500	193.1901	0.3305800	-63.8650

關門山ダム

水位	EL.m	貯水容量 (MCM)	貯水池面積 (km ²)
校核洪水位	377.7	81.00	4.79
常時満水位	372.1	57.00	3.78
洪水期制限水位	370.4	51.00	3.28
最低水位	341.0	2.00	0.20
基礎地盤*	320.5	0.00	0.00

*堤頂標高-堤高

水位: $H=aV+b$ 面積: $A=cH+d$

EL.m	a	b	c	d
372.1 - 377.7	0.2333333	358.8000	0.1806122	-63.4258
370.4 - 372.1	0.2833333	355.9500	0.2948097	-105.9187
341.0 - 370.4	0.6000000	339.8000	0.1048878	-35.5716
320.5 - 341.0	10.2500000	320.5000	0.0095181	-3.0506

三道河ダム

水位	EL.m	貯水容量 (MCM)	貯水池面積 (km ²)
校核洪水位	250.6	29.80	2.70
常時満水位	248.0	23.58	2.085
洪水期制限水位	247.0	21.55	1.65
最低水位	223.5	0.60	0.13
基礎地盤*	214.6	0.00	0.00

*堤頂標高-堤高

水位: $H=aV+b$ 面積: $A=cH+d$

EL.m	a	b	c	d
248.0 - 250.6	0.4180064	238.1434	0.2363905	-56.5399
247.0 - 248.0	0.4926108	236.3842	0.4360995	-106.0677
223.5 - 247.0	1.1217184	222.8270	0.0644605	-14.2728
214.6 - 223.5	14.9166667	214.5500	0.0149808	-3.2141

筏窩ダム

水位	EL.m	貯水容量 (MCM)	貯水池面積 (km ²)
校核洪水位	102.0	791.00	51.95
常時満水位	96.6	543.00	39.90
洪水期制限水位	86.2	214.00	23.99
最低水位	70.0	10.00	1.19
基礎地盤*	53.2	0.00	0.00

*堤頂標高-堤高

水位: $H=aV+b$ 面積: $A=cH+d$

EL.m	a	b	c	d
96.6 - 102.0	0.0217742	84.7766	2.2318244	-175.6942
86.2 - 96.6	0.0316109	79.4353	1.5293549	-107.8357
70.0 - 86.2	0.0794118	69.2059	1.4076687	-97.3463
53.2 - 70.0	1.6800000	53.2000	0.0708617	-3.7698

湯河ダム

水位	EL.m	貯水容量 (MCM)	貯水池面積 (km ²)
校核洪水位	117.70	723.00	46.46
常時満水位	109.36	395.00	32.20
洪水期制限水位	107.86	339.00	24.51
最低水位	85.26	25.00	3.28
基礎地盤*	70.0	0.00	0.00

*堤頂標高-堤高

水位: $H=aV+b$ 面積: $A=cH+d$

EL.m	a	b	c	d
109.4 - 117.7	0.0254268	99.3164	1.7094813	-154.7489
107.9 - 109.4	0.0267857	98.7796	5.1259529	-528.3742
85.3 - 107.9	0.0719745	83.4606	0.9395810	-76.8321
70.0 - 85.3	0.6104000	70.0000	0.2147143	-15.0300

上英ダム

水位	EL.m	貯水容量 (MCM)	貯水池面積 (km ²)
校核洪水位	102.0	31.70	2.68
常時満水位	96.8	20.37	1.68
最低水位	82.0	2.20	0.43
基礎地盤*	71.8	0.00	0.00

*堤頂標高-堤高

水位: $H=aV+b$ 面積: $A=cH+d$

EL.m	a	b	c	d
96.8 - 102.0	0.4589585	87.4510	0.1918639	-16.8924
82.0 - 96.8	0.8145294	80.2080	0.0842807	-6.4784
71.8 - 82.0	4.6227273	71.8300	0.0425413	-3.0557

山咀子ダム

水位	EL.m	貯水容量 (MCM)	貯水池面積 (km ²)
校核洪水位	210.5	11.34	0.84
常時満水位	204.5	6.90	0.64
最低水位	187.5	0.50	0.11
基礎地盤*	178.2	0.00	0.00

*堤頂標高-堤高

水位: $H=aV+b$ 面積: $A=cH+d$

EL.m	a	b	c	d
204.5 - 210.5	1.3490991	195.1912	0.0338015	-6.2724
187.5 - 204.5	2.6562500	186.1719	0.0313219	-5.7653
178.2 - 187.5	18.6000000	178.2000	0.0115620	-2.0604

王家坎ダム

水位	EL.m	貯水容量 (MCM)	貯水池面積 (km ²)
校核洪水位	111.2	19.30	2.69
常時満水位	106.2	8.45	1.69
最低水位	99.0	0.50	0.21
基礎地盤*	94.3	0.00	0.00

*堤頂標高-堤高

水位: $H=aV+b$ 面積: $A=cH+d$

EL.m	a	b	c	d
106.2 - 111.2	0.4571429	102.3371	0.2006048	-19.6142
99.0 - 106.2	0.9056604	98.5472	0.2051714	-20.0992
94.3 - 99.0	9.4000000	94.3000	0.0452694	-4.2689

附表 10 流況表(本溪)

單位：m³/s

年	最大流量	豐水量(95日)	平水量(185日)	低水量(275日)	渴水量(355日)	最小流量	平均流量
1984	521.00	30.20	10.10	3.42	2.01	1.43	26.53
1985	1720.00	38.00	14.30	5.52	2.38	1.75	96.59
1986	2600.00	76.60	32.00	10.90	3.41	2.51	88.74
1987	651.00	58.70	34.20	14.60	5.47	5.05	45.93
1988	200.00	32.90	16.10	7.99	4.77	2.04	26.63
1989	965.00	7.09	3.92	2.77	1.31	0.93	21.13
1990	615.00	42.90	21.70	6.58	1.04	0.89	43.82
1991	1490.00	24.60	11.40	6.43	4.60	3.76	41.65
1992	247.00	25.30	13.30	6.04	3.64	2.97	20.79
1993	207.00	27.00	8.73	5.76	4.33	3.14	25.17
1994	1420.00	40.00	9.34	4.47	2.82	2.30	46.81
1995	1540.00	46.60	24.20	4.64	2.55	2.18	64.65
1996	481.00	55.70	34.10	15.40	10.30	9.11	44.83
1997	171.00	54.70	22.10	15.30	9.53	8.31	36.00
1998	321.00	28.70	19.10	14.60	11.50	10.90	34.94
1999	153.00	35.20	20.40	16.80	8.93	7.31	29.04
2000	353.00	22.00	16.50	13.70	7.22	5.69	30.85
2001	378.00	38.30	24.10	18.90	13.10	11.90	37.92
2002	70.70	29.40	20.40	16.60	9.65	4.16	25.73
2003	180.00	29.20	20.40	14.50	8.71	6.43	26.02

出典：JICA 調査団

附表 11 流況表(遼陽)

單位：m³/s

年	最大流量	豐水量(95日)	平水量(185日)	低水量(275日)	渴水量(355日)	最小流量	平均流量
1984	659.00	44.50	8.05	3.35	1.34	0.28	36.96
1985	2500.00	128.00	11.80	5.66	1.39	0.00	148.98
1986	2860.00	147.00	51.00	12.40	2.12	1.24	133.67
1987	604.00	65.10	48.70	15.50	6.56	1.81	63.36
1988	312.00	54.00	23.20	12.60	3.83	0.00	39.39
1989	529.00	8.94	3.24	0.88	0.00	0.00	32.05
1990	654.00	37.90	9.92	0.00	0.00	0.00	39.49
1991	1130.00	43.30	8.96	5.80	0.00	0.00	55.78
1992	200.00	6.42	4.97	2.51	0.00	0.00	18.05
1993	241.00	11.30	5.75	2.23	0.00	0.00	28.82
1994	1590.00	70.20	12.70	6.67	0.00	0.00	62.63
1995	1540.00	113.00	48.10	10.90	1.62	0.26	109.51
1996	888.00	65.10	31.50	15.00	4.54	0.33	63.91
1997	322.00	52.00	9.77	3.15	0.23	0.01	37.75
1998	欠測						
1999	182.00	29.90	10.90	3.94	0.00	0.00	27.92
2000	358.00	11.10	3.89	0.00	0.00	0.00	28.99
2001	932.00	32.50	4.37	0.98	0.00	0.00	39.69
2002	320.00	34.60	5.55	2.48	0.00	0.00	28.12
2003	340.00	14.70	3.37	2.03	0.00	0.00	26.95

出典：JICA 調査団

附表 12 流況表(小林子)

単位：m³/s

年	最大流量	豊水量(95日)	平水量(185日)	低水量(275日)	渇水量(355日)	最小流量	平均流量
1984	740.00	57.10	11.10	7.40	4.42	2.07	44.27
1985	3090.00	136.00	18.60	11.00	3.91	3.29	176.90
1986	2810.00	174.00	67.00	18.30	6.48	5.33	163.15
1987	636.00	84.80	57.70	26.10	18.70	12.10	77.67
1988	306.00	66.80	31.30	17.60	8.22	6.73	53.08
1989	554.00	16.40	7.25	4.15	2.52	1.04	37.96
1990	609.00	48.30	14.70	5.65	2.89	2.31	46.57
1991	1400.00	47.90	16.00	10.40	6.63	5.69	72.62
1992	229.00	16.10	7.91	5.87	3.00	2.91	25.58
1993	309.00	29.10	9.66	6.19	4.07	3.14	37.41
1994	2130.00	99.70	21.50	12.00	4.76	4.67	84.37
1995	2720.00	132.00	40.80	15.90	4.36	3.88	140.22
1996	1250.00	85.50	42.90	22.30	9.48	6.01	83.44
1997	321.00	53.10	15.00	4.87	2.08	1.95	42.04
1998	341.00	48.10	19.00	1.64	1.30	1.23	45.67
1999	319.00	37.30	12.90	8.86	4.80	3.27	35.08
2000	352.00	15.40	8.61	3.83	2.22	1.99	34.48
2001	1000.00	37.90	9.49	5.09	1.88	0.20	48.78
2002	291.00	34.10	8.63	6.27	4.60	2.20	34.50
2003	311.00	38.20	15.90	5.22	3.40	2.67	35.92

出典：JICA 調査団

附表 13 流況表(唐馬寨)

単位：m³/s

年	最大流量	豊水量(95日)	平水量(185日)	低水量(275日)	渇水量(355日)	最小流量	平均流量
1984	756.00	69.00	19.10	13.70	8.77	5.51	55.67
1985	3110.00	146.00	27.40	15.40	9.55	6.94	184.75
1986	2890.00	200.00	76.00	25.70	14.70	12.40	185.21
1987	622.00	97.40	71.80	35.20	21.60	19.20	88.81
1988	312.00	81.30	43.70	23.20	16.80	14.10	65.16
1989	566.00	23.60	15.70	10.70	6.89	5.96	45.18
1990	621.00	65.80	24.50	11.70	8.67	6.36	58.38
1991	1470.00	63.10	25.20	19.40	14.20	13.10	86.62
1992	229.00	30.80	17.70	15.40	8.27	7.45	34.83
1993	299.00	38.50	18.40	12.60	8.83	7.40	44.36
1994	1870.00	98.50	44.90	19.80	10.70	8.57	94.99
1995	2570.00	165.00	59.40	31.40	11.40	8.76	174.55
1996	1190.00	97.20	58.80	35.60	20.20	14.30	101.00
1997	318.00	73.70	25.70	14.20	10.80	9.81	53.06
1998	291.00	63.30	27.70	11.10	4.57	3.73	53.41
1999	411.00	54.70	23.70	21.20	15.60	8.74	46.78
2000	305.00	25.10	16.10	11.60	7.90	5.22	40.45
2001	1120.00	53.30	20.60	11.70	4.78	1.19	59.47
2002	297.00	46.80	15.50	12.50	7.53	2.44	40.36
2003	319.00	40.80	21.10	9.34	5.47	4.12	41.59

出典：JICA 調査団

付表 14 流況表(大東山堡)

単位：m³/s

年	最大流量	豊水量(95日)	平水量(185日)	低水量(275日)	渇水量(355日)	最小流量	平均流量
1984	226.00	5.63	4.95	3.56	0.55	0.17	6.72
1985	595.00	8.32	5.07	3.71	0.43	0.14	16.91
1986	403.00	12.10	5.90	4.59	0.94	0.51	16.66
1987	81.20	7.22	5.52	4.37	1.42	0.59	7.69
1988	108.00	5.62	3.86	3.11	0.82	0.26	7.05
1989	12.70	3.33	2.06	1.10	0.05	0.01	2.14
1990	18.20	4.32	3.25	1.88	0.31	0.00	3.54
1991	216.00	4.54	3.62	1.71	0.46	0.33	7.16
1992	44.40	5.68	4.10	3.23	1.34	0.71	4.69
1993	82.70	6.05	4.84	2.15	0.99	0.59	5.26
1994	514.00	5.82	4.90	1.73	0.95	0.64	8.92
1995	905.00	7.13	3.85	2.21	2.09	2.04	15.64
1996	222.00	2.77	2.20	0.50	0.00	0.00	6.44
1997	50.00	2.74	2.06	0.95	0.18	0.07	2.18
1998	54.00	4.27	3.43	2.35	1.36	1.28	5.31
1999	56.40	3.61	3.12	2.67	1.22	1.03	4.15
2000	10.80	3.26	2.28	2.00	1.37	1.27	2.58
2001	79.30	4.69	3.62	2.38	1.33	1.06	4.87
2002	71.20	4.26	3.24	2.45	1.72	1.50	4.07
2003	58.60				欠測		

出典：JICA 調査団

付表 15 流況表(海城)

単位：m³/s

年	最大流量	豊水量(95日)	平水量(185日)	低水量(275日)	渇水量(355日)	最小流量	平均流量
1984	194.00	1.68	0.20	0.07	0.03	0.03	4.48
1985	736.00	6.59	1.23	0.13	0.06	0.06	15.88
1986	307.00	10.20	2.98	0.87	0.08	0.07	10.45
1987	82.80	4.11	2.28	0.96	0.46	0.40	3.64
1988	109.00	3.93	1.29	0.38	0.06	0.06	4.81
1989	201.00	0.90	0.40	0.20	0.10	0.09	1.86
1990	52.60	3.67	1.75	0.47	0.05	0.05	3.21
1991	311.00	2.17	0.81	0.30	0.14	0.13	6.09
1992	20.50	0.66	0.43	0.25	0.14	0.09	0.91
1993	9.91	0.38	0.28	0.20	0.15	0.14	0.57
1994	792.00	3.25	0.49	0.13	0.08	0.07	7.83
1995	240.00	5.33	2.45	1.03	0.39	0.30	8.53
1996	454.00	4.50	0.93	0.46	0.29	0.24	10.44
1997	44.90	1.56	0.38	0.31	0.23	0.14	1.44
1998	17.00	0.54	0.25	0.20	0.17	0.15	0.94
1999	36.70	0.54	0.28	0.22	0.15	0.14	0.85
2000	27.20	1.36	0.55	0.25	0.20	0.15	1.23
2001	305.00	3.36	0.86	0.26	0.19	0.14	8.82
2002	619.00	1.51	0.76	0.36	0.11	0.06	4.59
2003	26.60	2.71	1.23	0.81	0.36	0.23	2.84

出典：JICA 調査団

付表 16 ダム地点における月別流入・放流量(2003年記録)

単位: m³/s

ダム	用途*	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年総量	備考
観音閣	流入	6.0	6.6	16.8	78.2	73.7	91.6	71.3	159.6	49.2	46.7	66.8	28.9	695.5	欠測 1/1
	放流 (工・生)	40.2	36.3	40.2	58.9	143.3	80.1	33.7	13.4	13.0	31.2	31.1	39.9	561.2	
関門山	流入	-	-	-	6.9	4.3	8.7	13.8	13.2	2.7	3.5	7.9	7.3	68.2	欠測 1/1-4/18
	放流 (生・ 工・農)	-	-	-	5.7	10.0	9.5	10.3	5.5	4.3	4.5	8.2	8.5	66.4	
三道河	流入	0.5	0.4	0.2	0.9	0.4	1.5	1.4	5.4	0.8	3.7	3.0	1.2	19.3	
	放流 (工・農)	0.9	0.5	0.6	0.9	1.1	0.7	1.3	1.7	1.1	0.6	1.7	2.9	14.1	
菱窩	流入	41.0	40.7	49.8	86.8	140.8	136.5	107.9	177.8	50.1	130.0	94.7	66.4	1,122.7	
	放流(工)	3.3	3.0	3.3	3.2	3.3	3.2	3.3	3.3	3.2	3.3	3.2	3.3	38.8	
	放流(農)	0.0	0.0	0.0	38.1	524.3	40.7	98.9	70.9	19.6	0.0	0.0	0.0	792.5	
	放流 (農・工 以外)	4.7	2.7	7.9	6.6	0.0	4.8	7.1	2.0	3.5	2.2	68.8	123.4	233.8	
湯河	流入	4.7	4.5	7.8	12.9	14.4	18.7	17.2	26.1	16.7	43.5	22.7	11.6	200.7	
	放流 (生・工)	12.3	11.1	11.9	10.9	11.4	11.0	11.7	11.8	11.3	11.6	11.3	11.7	137.9	
上英	流入	0.0	0.0	0.9	0.0	0.9	1.7	3.2	6.9	2.6	0.9	0.0	0.0	17.0	日流量 1m ³ /s 未満は観測記 録無
	無効放流	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	2.6	0.5	0.0	0.0	5.4	
山咀子	流入	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.6	0.5	1.0	0.4	0.0	0.0	0.0	2.6	灌漑用水放流 時のみ記録有
	放流(農)	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	1.4	0.6	0.8	0.1	0.0	0.0	0.0	4.9	
王家坎	流入	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		全期間欠測 (流入)
	放流(農)	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	2.6	2.1	2.4	1.6	0.0	0.0	0.0	10.0	

*工: 工業、生: 生活、農: 農業

出典: JICA 調査団

付表 17 流量追跡モデル計算点における自然流量算定結果(1985年)(1/2)

単位：m³/s

計算点	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
1	2.30	8.55	9.39	18.11	20.87	10.89	199.32	318.80	88.96	29.84	14.77	4.80	61.28
2	2.30	8.55	9.39	18.11	20.87	10.89	199.32	318.80	88.96	29.84	14.77	4.80	61.28
3	0.12	0.14	0.31	0.81	1.10	0.34	14.08	22.15	5.96	1.76	1.45	1.12	4.16
4	0.12	0.14	0.31	0.81	1.10	0.34	14.08	22.15	5.96	1.76	1.45	1.12	4.16
5	0.07	0.08	0.18	0.49	0.47	0.09	6.99	11.10	2.65	0.94	0.46	0.13	2.00
6	0.18	0.23	0.49	1.30	1.57	0.44	21.07	33.26	8.60	2.70	1.91	1.25	6.16
7	0.07	0.08	0.18	0.47	0.45	0.09	6.65	10.53	2.51	0.90	0.44	0.12	1.90
8	0.25	0.31	0.67	1.77	2.02	0.53	27.72	43.79	11.11	3.59	2.35	1.37	8.06
9	0.03	0.07	0.10	0.17	0.17	0.05	2.66	3.75	0.87	0.34	0.16	0.05	0.71
10	0.28	0.38	0.77	1.94	2.18	0.58	30.38	47.54	11.98	3.93	2.52	1.42	8.77
11	2.58	8.92	10.17	20.05	23.05	11.47	229.69	366.34	100.94	33.77	17.29	6.22	70.05
12	0.24	0.56	0.89	1.55	1.50	0.42	24.38	34.00	7.77	3.01	1.40	0.40	6.43
13	2.82	9.48	11.05	21.60	24.55	11.88	254.08	400.34	108.71	36.78	18.69	6.63	76.48
14	0.18	0.24	0.18	0.22	0.22	0.22	6.50	6.89	1.01	0.50	0.47	0.31	1.43
15	0.18	0.24	0.18	0.22	0.22	0.22	6.50	6.89	1.01	0.50	0.47	0.31	1.43
16	0.29	0.48	0.27	0.34	0.59	0.25	11.37	9.87	1.68	0.79	0.65	0.45	2.28
17	0.47	0.72	0.44	0.56	0.82	0.47	17.87	16.76	2.69	1.29	1.12	0.76	3.72
18	3.29	10.21	11.50	22.16	25.37	12.35	271.95	417.10	111.40	38.07	19.80	7.38	80.20
19	1.42	2.30	1.31	1.68	2.90	1.20	55.90	48.94	8.50	3.90	3.24	2.22	11.28
20	4.71	12.50	12.81	23.85	28.27	13.55	327.85	466.05	119.90	41.97	23.04	9.61	91.48
21	1.47	2.32	1.29	1.60	1.39	1.09	51.47	38.71	5.96	3.36	3.11	2.09	9.62
22	0.48	0.74	0.46	0.59	0.53	0.40	17.46	14.17	2.27	1.26	1.13	0.78	3.40
23	1.95	3.05	1.75	2.19	1.92	1.49	68.93	52.88	8.23	4.62	4.24	2.87	13.02
24	0.49	0.71	0.51	0.66	0.72	0.45	19.29	18.55	3.09	1.47	1.33	0.89	4.07
25	2.44	3.76	2.26	2.85	2.64	1.94	88.22	71.43	11.32	6.09	5.56	3.75	17.09
26	0.21	0.30	0.23	0.31	0.38	0.20	8.19	7.09	1.26	0.67	0.56	0.41	1.67
27	2.65	4.06	2.49	3.15	3.02	2.14	96.40	78.52	12.58	6.76	6.12	4.16	18.76
28	7.36	16.57	15.30	27.00	31.29	15.69	424.25	544.56	132.48	48.73	29.16	13.77	110.24
29	0.56	0.72	0.51	0.54	0.32	0.27	7.63	11.53	5.80	3.35	2.66	2.10	3.03
30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
31	0.56	0.72	0.51	0.54	0.32	0.27	7.63	11.53	5.80	3.35	2.66	2.10	3.03
32	0.48	0.68	0.48	0.53	0.46	0.43	10.98	14.95	7.28	4.20	3.32	2.65	3.91
33	1.05	1.40	0.99	1.06	0.78	0.70	18.62	26.49	13.08	7.54	5.98	4.75	6.93
34	8.41	17.96	16.29	28.06	32.07	16.39	442.87	571.05	145.56	56.27	35.14	18.52	117.17
35	0.44	0.53	0.43	0.47	0.55	0.39	10.20	13.27	6.67	3.88	2.99	2.39	3.55
36	8.86	18.49	16.72	28.53	32.62	16.78	453.06	584.32	152.23	60.15	38.13	20.91	120.72
37	8.86	18.49	16.72	28.53	32.62	16.78	453.06	584.32	152.23	60.15	38.13	20.91	120.72
38	0.37	0.50	0.46	0.46	0.58	0.62	6.12	9.00	4.55	2.32	1.44	1.04	2.31
39	9.23	18.99	17.19	28.98	33.20	17.40	459.18	593.32	156.78	62.47	39.57	21.95	123.03
40	2.89	4.22	4.18	4.27	4.36	3.37	39.20	61.03	33.93	17.47	10.57	7.57	16.22
41	2.89	4.22	4.18	4.27	4.36	3.37	39.20	61.03	33.93	17.47	10.57	7.57	16.22
42	2.89	4.22	4.18	4.27	4.36	3.37	39.20	61.03	33.93	17.47	10.57	7.57	16.22
43	0.71	0.97	0.91	0.90	1.09	1.07	11.78	17.03	8.69	4.46	2.76	1.99	4.40
44	3.60	5.19	5.08	5.17	5.45	4.44	50.98	78.05	42.61	21.93	13.33	9.56	20.62
45	12.83	24.18	22.27	34.15	38.65	21.84	510.17	671.37	199.39	84.39	52.90	31.51	143.65
46	0.75	0.92	0.84	0.79	1.04	1.19	8.05	12.00	6.09	3.21	2.08	1.58	3.24
47	13.59	25.10	23.11	34.94	39.69	23.03	518.22	683.36	205.48	87.60	54.97	33.09	146.89
48	2.55	3.55	3.17	3.36	4.37	3.32	29.63	46.37	23.00	11.91	7.45	5.11	12.08
49	1.19	1.62	1.42	1.31	2.03	2.05	16.36	26.04	12.69	6.43	3.96	2.74	6.54
50	3.74	5.17	4.59	4.67	6.40	5.37	46.00	72.41	35.69	18.34	11.41	7.85	18.63

出典：JICA 調査団

付表 18 流量追跡モデル計算点における自然流量算定結果(1985年)(2/2)

単位: m³/s

計算点	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
51	17.32	30.27	27.71	39.61	46.09	28.40	564.22	755.77	241.17	105.94	66.39	40.93	165.51
52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
53	17.32	30.27	27.71	39.61	46.09	28.40	564.22	755.77	241.17	105.94	66.39	40.93	165.51
54	2.40	2.97	2.69	2.52	3.42	3.91	25.63	38.83	19.56	10.20	6.64	4.98	10.40
55	19.73	33.24	30.40	42.13	49.51	32.31	589.84	794.61	260.73	116.14	73.03	45.92	175.91
56	0.10	0.13	0.11	0.11	0.15	0.09	1.47	2.41	1.26	0.58	0.34	0.23	0.59
57	19.83	33.36	30.51	42.24	49.66	32.40	591.31	797.02	261.99	116.71	73.37	46.15	176.50
58	2.01	2.37	2.19	2.09	2.64	2.89	17.13	25.67	13.27	7.11	4.78	3.69	7.21
59	21.84	35.73	32.69	44.33	52.30	35.29	608.44	822.69	275.26	123.82	78.15	49.84	183.70
60	1.37	1.59	1.45	1.43	1.71	1.36	10.74	17.11	9.20	4.61	3.07	2.28	4.69
61	23.21	37.32	34.14	45.76	54.01	36.65	619.18	839.81	284.45	128.44	81.22	52.12	188.40
62	0.07	0.09	0.08	0.07	0.11	0.06	1.06	1.74	0.90	0.41	0.24	0.16	0.42
63	23.28	37.41	34.22	45.83	54.12	36.71	620.24	841.55	285.35	128.85	81.46	52.29	188.82
64	1.22	1.41	1.30	1.31	1.51	1.17	9.29	13.78	7.62	3.85	2.57	1.92	3.94
65	24.50	38.82	35.52	47.14	55.63	37.88	629.52	855.33	292.98	132.70	84.03	54.20	192.76
66	0.13	0.18	0.17	0.17	0.20	0.12	1.84	2.02	1.12	0.54	0.33	0.22	0.59
67	0.13	0.18	0.17	0.17	0.20	0.12	1.84	2.02	1.12	0.54	0.33	0.22	0.59
68	1.53	2.08	1.80	1.81	2.37	1.43	22.23	30.44	16.58	7.72	4.66	3.08	8.05
69	1.66	2.26	1.97	1.98	2.57	1.55	24.07	32.46	17.70	8.25	5.00	3.30	8.64
70	26.16	41.08	37.49	49.12	58.20	39.43	653.59	887.78	310.67	140.95	89.03	57.51	201.40
71	0.18	0.24	0.21	0.20	0.27	0.16	2.71	4.33	2.28	1.04	0.63	0.42	1.06
72	26.34	41.32	37.69	49.33	58.47	39.59	656.30	892.11	312.95	141.99	89.65	57.92	202.46
73	0.09	0.12	0.12	0.14	0.13	0.16	1.33	1.72	0.93	0.45	0.28	0.19	0.47
74	0.09	0.12	0.12	0.14	0.13	0.16	1.33	1.72	0.93	0.45	0.28	0.19	0.47
75	0.37	0.51	0.49	0.65	0.57	0.72	5.68	7.32	3.96	1.95	1.20	0.82	2.04
76	0.46	0.64	0.61	0.79	0.70	0.88	7.01	9.03	4.89	2.40	1.48	1.01	2.51
77	0.96	1.32	1.25	1.65	1.46	1.83	14.71	18.94	10.25	5.03	3.09	2.11	5.26
78	1.42	1.96	1.86	2.44	2.16	2.70	21.72	27.98	15.14	7.43	4.57	3.12	7.77
79	0.62	0.89	0.82	0.91	0.97	0.70	9.27	11.14	6.10	2.96	1.82	1.25	3.15
80	2.03	2.85	2.68	3.35	3.13	3.41	30.99	39.12	21.24	10.39	6.39	4.37	10.92
81	0.25	0.35	0.33	0.39	0.39	0.34	3.72	4.56	2.49	1.21	0.75	0.50	1.28
82	2.28	3.20	3.01	3.74	3.52	3.75	34.71	43.68	23.73	11.60	7.14	4.88	12.20
83	0.15	0.21	0.19	0.20	0.23	0.14	2.09	2.39	1.31	0.64	0.39	0.26	0.69
84	0.15	0.21	0.19	0.20	0.23	0.14	2.09	2.39	1.31	0.64	0.39	0.26	0.69
85	0.13	0.19	0.17	0.18	0.22	0.13	2.00	2.20	1.21	0.58	0.36	0.23	0.64
86	0.28	0.40	0.36	0.38	0.45	0.27	4.09	4.59	2.52	1.22	0.75	0.49	1.33
87	2.56	3.60	3.37	4.11	3.97	4.02	38.79	48.27	26.25	12.82	7.89	5.37	13.53
88	0.40	0.57	0.52	0.52	0.64	0.38	5.85	6.42	3.53	1.71	1.05	0.68	1.87
89	2.96	4.17	3.88	4.63	4.61	4.40	44.64	54.68	29.78	14.52	8.93	6.05	15.40
90	29.30	45.49	41.58	53.96	63.08	43.99	700.94	946.79	342.73	156.52	98.59	63.98	217.86
91	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.38	0.42	0.23	0.11	0.07	0.05	0.12
92	29.33	45.53	41.61	53.99	63.12	44.02	701.32	947.21	342.96	156.63	98.66	64.03	217.99

出典: JICA 調査団

付表 19 流量追跡モデル計算点における自然流量算定結果(2001年)(1/2)

単位: m³/s

計算点	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
1	3.44	5.08	19.20	13.81	20.97	20.81	102.16	134.51	13.80	5.84	2.48	1.88	29.03
2	3.44	5.08	19.20	13.81	20.97	20.81	102.16	134.51	13.80	5.84	2.48	1.88	29.03
3	0.28	0.35	1.15	0.77	1.72	2.93	10.05	12.49	2.75	1.35	0.83	0.57	2.97
4	0.28	0.35	1.15	0.77	1.72	2.93	10.05	12.49	2.75	1.35	0.83	0.57	2.97
5	0.16	0.21	0.70	0.47	0.83	0.95	3.95	6.02	0.54	0.45	0.11	0.07	1.22
6	0.44	0.56	1.86	1.24	2.55	3.87	14.01	18.51	3.29	1.80	0.94	0.64	4.19
7	0.16	0.21	0.67	0.45	0.78	0.90	3.79	5.74	0.52	0.43	0.11	0.07	1.17
8	0.60	0.77	2.53	1.70	3.33	4.77	17.79	24.25	3.81	2.23	1.05	0.71	5.36
9	0.07	0.09	0.27	0.18	0.20	0.64	1.71	2.28	0.22	0.13	0.05	0.03	0.49
10	0.67	0.86	2.80	1.88	3.53	5.41	19.50	26.53	4.04	2.36	1.10	0.74	5.85
11	4.11	5.94	22.00	15.68	24.50	26.22	121.66	161.04	17.83	8.20	3.57	2.61	34.89
12	0.58	0.77	2.46	1.68	1.72	5.25	13.63	20.44	1.83	1.03	0.36	0.24	4.21
13	4.69	6.71	24.46	17.37	26.22	31.47	135.30	181.48	19.66	9.23	3.93	2.86	39.10
14	0.26	0.21	0.30	0.19	0.36	1.92	3.68	3.04	0.21	0.59	0.37	0.17	0.95
15	0.26	0.21	0.30	0.19	0.36	1.92	3.68	3.04	0.21	0.59	0.37	0.17	0.95
16	0.39	0.30	0.33	0.26	0.39	2.60	4.52	2.98	0.28	0.86	0.62	0.29	1.16
17	0.64	0.51	0.62	0.45	0.75	4.52	8.21	6.01	0.49	1.45	1.00	0.46	2.11
18	5.33	7.23	25.08	17.82	26.98	35.99	143.50	187.49	20.15	10.68	4.93	3.31	41.21
19	1.91	1.50	1.61	1.29	2.03	12.53	22.41	15.01	1.36	4.26	3.00	1.40	5.74
20	7.24	8.72	26.69	19.11	29.01	48.52	165.92	202.50	21.51	14.95	7.93	4.71	46.95
21	1.87	1.49	1.61	1.28	4.60	3.18	18.96	26.45	2.85	3.62	2.55	1.20	5.87
22	0.69	0.56	0.61	0.47	1.29	2.79	7.93	9.02	0.95	0.99	0.87	0.42	2.24
23	2.56	2.05	2.21	1.75	5.89	5.96	26.89	35.47	3.79	4.61	3.42	1.62	8.12
24	0.78	0.61	0.75	0.54	1.19	5.37	9.46	8.72	0.71	1.37	0.97	0.48	2.60
25	3.34	2.66	2.97	2.29	7.08	11.33	36.35	44.19	4.51	5.98	4.39	2.10	10.72
26	0.36	0.28	0.32	0.25	0.35	4.46	4.49	4.17	0.35	0.34	0.38	0.21	1.34
27	3.70	2.94	3.29	2.54	7.43	15.79	40.84	48.36	4.85	6.32	4.77	2.30	12.06
28	10.94	11.66	29.98	21.65	36.44	64.31	206.76	250.87	26.36	21.27	12.70	7.01	59.01
29	0.69	0.64	0.52	0.43	0.64	0.44	3.68	6.08	2.10	1.41	1.37	1.03	1.60
30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
31	0.69	0.64	0.52	0.43	0.64	0.44	3.68	6.08	2.10	1.41	1.37	1.03	1.60
32	0.61	0.65	0.54	0.49	0.76	1.41	6.03	8.75	3.14	2.09	2.00	1.50	2.35
33	1.29	1.29	1.06	0.92	1.41	1.85	9.70	14.83	5.23	3.51	3.37	2.53	3.95
34	12.23	12.95	31.04	22.56	37.85	66.17	216.46	265.70	31.59	24.78	16.07	9.55	62.96
35	0.54	0.58	0.51	0.46	0.49	3.23	7.38	8.17	2.85	1.93	1.84	1.39	2.47
36	12.77	13.53	31.55	23.02	38.34	69.40	223.83	273.86	34.44	26.71	17.91	10.94	65.42
37	12.77	13.53	31.55	23.02	38.34	69.40	223.83	273.86	34.44	26.71	17.91	10.94	65.42
38	0.43	0.44	0.46	0.39	0.41	1.33	3.11	5.20	1.75	1.07	0.72	0.42	1.32
39	13.20	13.97	32.02	23.41	38.74	70.72	226.94	279.07	36.19	27.78	18.63	11.36	66.75
40	3.67	3.81	3.90	3.18	3.90	4.74	25.68	42.14	15.12	8.81	5.98	3.72	10.47
41	3.67	3.81	3.90	3.18	3.90	4.74	25.68	42.14	15.12	8.81	5.98	3.72	10.47
42	3.67	3.81	3.90	3.18	3.90	4.74	25.68	42.14	15.12	8.81	5.98	3.72	10.47
43	0.81	0.85	0.96	0.80	0.87	2.55	7.20	11.19	3.73	2.27	1.57	0.95	2.84
44	4.48	4.66	4.87	3.98	4.77	7.29	32.87	53.33	18.85	11.08	7.55	4.67	13.31
45	17.68	18.63	36.88	27.39	43.51	78.01	259.82	332.40	55.04	38.86	26.17	16.03	80.06
46	0.78	0.82	0.80	0.70	0.74	1.65	2.88	5.66	2.03	1.40	1.00	0.66	1.60
47	18.46	19.45	37.69	28.09	44.25	79.66	262.70	338.05	57.08	40.27	27.17	16.69	81.66
48	2.51	2.83	3.09	2.51	1.89	5.62	10.80	22.46	6.98	4.49	2.77	1.52	5.66
49	1.25	1.34	1.27	0.99	0.98	2.87	4.35	11.05	3.55	2.28	1.36	0.73	2.68
50	3.76	4.17	4.36	3.50	2.87	8.49	15.15	33.51	10.53	6.78	4.13	2.25	8.34

出典: JICA 調査団

付表 20 流量追跡モデル計算点における自然流量算定結果(2001年)(2/2)

単位: m³/s

計算点	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
51	22.22	23.61	42.04	31.59	47.12	88.15	277.84	371.57	67.61	47.04	31.30	18.94	90.00
52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
53	22.22	23.61	42.04	31.59	47.12	88.15	277.84	371.57	67.61	47.04	31.30	18.94	90.00
54	2.47	2.62	2.35	2.09	2.28	4.54	6.46	15.56	5.68	3.98	2.78	1.86	4.41
55	24.69	26.23	44.39	33.68	49.40	92.69	284.30	387.12	73.28	51.03	34.07	20.80	94.41
56	0.10	0.11	0.09	0.08	0.08	0.08	0.13	0.90	0.29	0.20	0.12	0.06	0.19
57	24.79	26.33	44.48	33.75	49.48	92.77	284.43	388.02	73.57	51.23	34.19	20.86	94.60
58	2.06	2.15	2.03	1.83	1.93	3.37	5.04	11.22	4.36	3.16	2.34	1.69	3.45
59	26.85	28.48	46.50	35.58	51.41	96.14	289.47	399.24	77.94	54.39	36.53	22.55	98.04
60	1.36	1.41	1.28	1.20	1.26	1.35	1.77	6.84	2.68	2.06	1.50	1.11	1.99
61	28.21	29.89	47.78	36.78	52.67	97.49	291.25	406.08	80.61	56.45	38.02	23.66	100.04
62	0.07	0.07	0.06	0.05	0.06	0.05	0.10	0.64	0.21	0.14	0.08	0.04	0.13
63	28.28	29.96	47.84	36.83	52.73	97.54	291.35	406.72	80.82	56.59	38.10	23.70	100.17
64	1.24	1.25	1.13	1.06	1.10	1.13	2.44	7.51	2.95	2.16	1.55	1.10	2.06
65	29.51	31.22	48.98	37.89	53.83	98.67	293.78	414.23	83.77	58.75	39.65	24.80	102.23
66	0.13	0.15	0.12	0.10	0.11	0.15	1.49	2.40	0.91	0.52	0.33	0.21	0.56
67	0.13	0.15	0.12	0.10	0.11	0.15	1.49	2.40	0.91	0.52	0.33	0.21	0.56
68	1.60	1.64	1.33	1.15	1.26	1.43	8.50	21.37	7.72	4.73	2.91	1.70	4.65
69	1.74	1.79	1.45	1.25	1.37	1.58	9.99	23.77	8.63	5.25	3.24	1.91	5.21
70	31.25	33.00	50.43	39.14	55.20	100.25	303.77	438.01	92.40	64.00	42.88	26.71	107.44
71	0.18	0.19	0.16	0.14	0.15	0.15	0.35	1.87	0.61	0.41	0.25	0.13	0.38
72	31.43	33.19	50.59	39.28	55.35	100.39	304.13	439.88	93.00	64.41	43.13	26.84	107.82
73	0.10	0.11	0.10	0.09	0.09	0.19	0.39	1.00	0.33	0.22	0.15	0.09	0.24
74	0.10	0.11	0.10	0.09	0.09	0.19	0.39	1.00	0.33	0.22	0.15	0.09	0.24
75	0.43	0.46	0.43	0.37	0.41	0.84	1.67	4.29	1.42	0.98	0.66	0.38	1.03
76	0.53	0.57	0.53	0.45	0.49	1.03	2.06	5.29	1.75	1.20	0.81	0.47	1.27
77	1.09	1.18	1.09	0.92	1.03	2.15	4.31	11.10	3.66	2.51	1.68	0.99	2.66
78	1.63	1.75	1.63	1.37	1.53	3.19	6.37	16.39	5.41	3.71	2.49	1.46	3.94
79	0.71	0.72	0.65	0.54	0.60	0.88	5.18	9.71	3.55	2.14	1.40	0.88	2.27
80	2.34	2.47	2.27	1.91	2.13	4.07	11.55	26.10	8.96	5.85	3.89	2.33	6.20
81	0.28	0.30	0.27	0.22	0.25	0.41	1.75	3.54	1.28	0.81	0.52	0.32	0.84
82	2.62	2.76	2.54	2.13	2.38	4.48	13.29	29.64	10.24	6.66	4.41	2.66	7.04
83	0.16	0.17	0.14	0.11	0.13	0.18	1.53	2.57	0.97	0.56	0.36	0.23	0.60
84	0.16	0.17	0.14	0.11	0.13	0.18	1.53	2.57	0.97	0.56	0.36	0.23	0.60
85	0.14	0.15	0.12	0.10	0.12	0.15	1.62	2.62	0.99	0.56	0.35	0.22	0.60
86	0.30	0.31	0.26	0.21	0.25	0.33	3.15	5.19	1.96	1.11	0.71	0.45	1.20
87	2.92	3.08	2.80	2.34	2.62	4.81	16.44	34.83	12.20	7.77	5.12	3.11	8.23
88	0.42	0.46	0.36	0.30	0.35	0.45	4.73	7.64	2.89	1.63	1.04	0.66	1.76
89	3.34	3.54	3.16	2.64	2.97	5.26	21.17	42.47	15.09	9.40	6.16	3.77	10.00
90	34.77	36.73	53.75	41.91	58.33	105.65	325.30	482.34	108.10	73.81	49.29	30.60	117.82
91	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.31	0.49	0.19	0.11	0.07	0.05	0.12
92	34.80	36.76	53.78	41.94	58.35	105.69	325.60	482.83	108.29	73.92	49.36	30.65	117.93

出典: JICA 調査団

付表 21 2003 年型操作に対する各ダム放流量設定

半旬期間	觀音閣		關門山		三道河		襖衛		湯河	
	m ³ /s	万 m ³								
01/01-01/05	15.0	648.0	0.50	21.6	0.20	8.6	3.0	129.6	4.37	189.0
01/06-01/10	15.0	648.0	0.50	21.6	0.20	8.6	3.0	129.6	4.37	189.0
01/11-01/15	15.0	648.0	0.50	21.6	0.20	8.6	3.0	129.6	4.37	189.0
01/16-01/20	15.0	648.0	0.50	21.6	0.20	8.6	3.0	129.6	4.37	189.0
01/21-01/25	15.0	648.0	0.50	21.6	0.20	8.6	3.0	129.6	4.37	189.0
01/26-01/31	15.0	777.6	0.50	25.9	0.20	10.4	3.0	155.5	4.37	226.7
02/01-02/05	15.0	648.0	0.50	21.6	0.20	8.6	3.0	129.6	4.37	189.0
02/06-02/10	15.0	648.0	0.50	21.6	0.20	8.6	3.0	129.6	4.37	189.0
02/11-02/15	15.0	648.0	0.50	21.6	0.20	8.6	3.0	129.6	4.37	189.0
02/16-02/20	15.0	648.0	0.50	21.6	0.20	8.6	3.0	129.6	4.37	189.0
02/21-02/25	15.0	648.0	0.50	21.6	0.20	8.6	3.0	129.6	4.37	189.0
02/26-02/28	15.0	388.8	0.50	13.0	0.20	5.2	3.0	77.8	4.37	113.4
03/01-03/05	15.0	648.0	0.50	21.6	0.20	8.6	3.0	129.6	4.37	189.0
03/06-03/10	15.0	648.0	0.50	21.6	0.20	8.6	3.0	129.6	4.37	189.0
03/11-03/15	15.0	648.0	0.50	21.6	0.20	8.6	3.0	129.6	4.37	189.0
03/16-03/20	15.0	648.0	0.50	21.6	0.20	8.6	3.0	129.6	4.37	189.0
03/21-03/25	15.0	648.0	0.50	21.6	0.20	8.6	3.0	129.6	4.37	189.0
03/26-03/31	15.0	777.6	0.50	25.9	0.20	10.4	3.0	155.5	4.37	226.7
04/01-04/05	15.0	648.0	0.50	21.6	0.40	17.3	3.0	129.6	4.37	189.0
04/06-04/10	15.0	648.0	0.50	21.6	0.40	17.3	3.0	129.6	4.37	189.0
04/11-04/15	15.0	648.0	0.50	21.6	0.40	17.3	3.0	129.6	4.37	189.0
04/16-04/20	15.0	648.0	3.50	151.2	0.40	17.3	3.0	129.6	4.37	189.0
04/21-04/25	28.3	1222.6	3.50	151.2	0.20	8.6	3.0	129.6	4.37	189.0
04/26-04/30	48.0	2073.6	3.50	151.2	0.20	8.6	150.0	6,480.0	4.37	189.0
05/01-05/05	48.0	2073.6	3.50	151.2	0.20	8.6	150.0	6,480.0	4.37	189.0
05/06-05/10	48.0	2073.6	3.50	151.2	0.70	30.2	150.0	6,480.0	4.37	189.0
05/11-05/15	48.0	2073.6	3.50	151.2	0.30	13.0	160.0	6,912.0	4.37	189.0
05/16-05/20	45.0	1944.0	4.20	181.4	0.40	17.3	270.0	11,664.0	4.37	189.0
05/21-05/25	89.2	3851.7	4.20	181.4	0.50	21.6	290.0	12,528.0	4.37	189.0
05/26-05/31	44.7	2316.4	4.20	217.7	0.50	25.9	170.0	8,812.8	4.37	226.7
06/01-06/05	44.6	1926.7	4.20	181.4	0.20	8.6	3.0	129.6	4.37	189.0
06/06-06/10	43.4	1876.6	3.70	159.8	0.70	30.2	3.0	129.6	4.37	189.0
06/11-06/15	43.0	1857.6	3.70	159.8	0.70	30.2	65.0	2,808.0	4.37	189.0
06/16-06/20	24.4	1054.1	3.50	151.2	0.30	13.0	65.0	2,808.0	4.37	189.0
06/21-06/25	15.0	648.0	3.50	151.2	0.20	8.6	3.0	129.6	4.37	189.0
06/26-06/30	15.0	648.0	3.90	168.5	0.20	8.6	3.0	129.6	4.37	189.0
07/01-07/05	13.0	561.6	3.90	168.5	0.20	8.6	65.0	2,808.0	4.37	189.0
07/06-07/10	10.3	446.1	3.90	168.5	0.40	17.3	65.0	2,808.0	4.37	189.0
07/11-07/15	22.1	955.6	3.90	168.5	0.40	17.3	3.0	129.6	4.37	189.0
07/16-07/20	15.5	669.9	3.90	168.5	0.50	21.6	65.0	2,808.0	4.37	189.0
07/21-07/25	10.0	432.0	3.90	168.5	0.80	34.6	65.0	2,808.0	4.37	189.0
07/26-07/31	5.9	305.0	3.90	202.2	0.80	41.5	65.0	3,369.6	4.37	226.7
08/01-08/05	5.0	216.0	3.00	129.6	0.80	34.6	3.0	129.6	4.37	189.0
08/06-08/10	5.0	216.0	3.00	129.6	0.70	30.2	65.0	2,808.0	4.37	189.0
08/11-08/15	5.0	216.0	1.70	73.4	0.60	25.9	65.0	2,808.0	4.37	189.0
08/16-08/20	5.0	216.0	1.70	73.4	0.50	21.6	3.0	129.6	4.37	189.0
08/21-08/25	5.0	216.0	1.70	73.4	0.60	25.9	3.0	129.6	4.37	189.0
08/26-08/31	5.0	259.2	1.70	88.1	0.60	31.1	65.0	3,369.6	4.37	226.7
09/01-09/05	5.0	216.0	1.70	73.4	0.60	25.9	65.0	2,808.0	4.37	189.0
09/06-09/10	5.0	216.0	1.70	73.4	0.60	25.9	3.0	129.6	4.37	189.0
09/11-09/15	5.0	216.0	1.70	73.4	0.50	21.6	3.0	129.6	4.37	189.0
09/16-09/20	5.0	216.0	1.70	73.4	0.30	13.0	3.0	129.6	4.37	189.0
09/21-09/25	5.0	216.0	1.70	73.4	0.40	17.3	3.0	129.6	4.37	189.0
09/26-09/30	5.0	216.0	1.70	73.4	0.30	13.0	3.0	129.6	4.37	189.0
10/01-10/05	10.6	457.9	1.70	73.4	0.20	8.6	3.0	129.6	4.37	189.0
10/06-10/10	12.0	518.4	1.70	73.4	0.20	8.6	3.0	129.6	4.37	189.0
10/11-10/15	12.0	518.4	1.70	73.4	0.20	8.6	3.0	129.6	4.37	189.0
10/16-10/20	12.0	518.4	1.70	73.4	0.30	13.0	3.0	129.6	4.37	189.0
10/21-10/25	11.3	488.2	1.70	73.4	0.30	13.0	3.0	129.6	4.37	189.0
10/26-10/31	11.9	616.0	1.70	88.1	0.30	15.6	3.0	155.5	4.37	226.7
11/01-11/05	12.0	518.4	1.70	73.4	0.30	13.0	3.0	129.6	4.37	189.0
11/06-11/10	12.0	518.4	1.70	73.4	0.30	13.0	3.0	129.6	4.37	189.0
11/11-11/15	12.0	518.4	1.70	73.4	0.30	13.0	3.0	129.6	4.37	189.0
11/16-11/20	12.0	518.4	1.70	73.4	1.00	43.2	3.0	129.6	4.37	189.0
11/21-11/25	12.0	518.4	1.70	73.4	1.00	43.2	3.0	129.6	4.37	189.0
11/26-11/30	12.0	518.4	1.70	73.4	1.00	43.2	3.0	129.6	4.37	189.0
12/01-12/05	12.0	518.4	1.70	73.4	1.00	43.2	3.0	129.6	4.37	189.0
12/06-12/10	12.0	518.4	1.70	73.4	1.10	47.5	3.0	129.6	4.37	189.0
12/11-12/15	12.0	518.4	1.70	73.4	1.10	47.5	3.0	129.6	4.37	189.0
12/16-12/20	16.8	725.8	1.70	73.4	1.10	47.5	3.0	129.6	4.37	189.0
12/21-12/25	18.0	777.6	1.70	73.4	1.10	47.5	3.0	129.6	4.37	189.0
12/26-12/31	18.0	933.1	1.70	88.1	1.10	57.0	3.0	155.5	4.37	226.7
合計		56,120.8		6,317.6		1,410.9		98,418.2		13,793.8

出典：JICA 調査団

付表 22 貯水池運用計算における月別流入量(観音閣ダム)

単位: m³/s

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
1984	1.88	2.12	5.64	20.59	14.40	42.05	25.15	80.46	10.68	7.72	7.01	3.44	18.50
1985	2.30	8.55	9.39	18.11	20.87	10.89	199.32	318.80	88.96	29.84	14.77	4.80	61.28
1986	1.88	2.31	11.06	22.86	27.03	45.40	185.96	162.79	107.51	41.95	25.56	8.87	54.05
1987	3.76	6.46	10.64	51.33	31.41	49.50	54.05	41.32	46.69	32.66	24.15	9.81	30.20
1988	1.88	3.46	4.48	20.81	12.63	27.82	43.83	27.13	86.70	23.48	6.47	1.88	21.66
1989	1.88	2.89	4.07	11.64	15.96	16.39	148.08	35.17	11.76	5.32	2.26	1.88	21.71
1990	2.09	10.05	17.01	48.41	32.24	28.36	102.37	65.53	83.78	22.64	7.33	2.71	35.34
1991	1.88	2.08	4.90	19.08	19.30	27.07	186.37	90.27	20.48	19.83	19.95	5.11	35.10
1992	1.88	2.01	2.82	15.96	16.07	48.85	51.03	19.72	63.62	12.52	17.04	11.58	21.87
1993	1.88	2.08	1.88	10.46	13.88	39.36	51.45	45.81	22.21	7.62	6.47	5.53	17.49
1994	1.98	3.47	3.97	9.81	26.50	28.68	77.12	141.92	51.87	39.13	18.65	7.41	34.54
1995	1.88	2.89	10.96	17.57	38.30	56.29	223.11	236.25	51.43	19.93	8.95	1.88	56.46
1996	1.88	2.34	5.22	8.84	21.18	33.64	132.63	149.02	23.61	11.79	6.04	2.40	33.55
1997	3.03	7.16	12.62	13.05	23.38	48.95	25.25	83.90	25.88	8.35	2.91	2.50	21.52
1998	2.82	5.08	10.85	21.78	44.97	28.90	40.59	131.17	60.60	17.63	15.53	5.53	32.35
1999	1.88	2.08	17.84	29.22	14.61	9.38	40.28	54.47	6.04	1.88	2.69	2.09	15.35
2000	7.51	7.47	10.96	42.16	32.35	11.86	53.32	54.68	25.98	11.27	8.52	2.82	22.49
2001	3.44	5.08	19.20	13.81	20.97	20.81	102.16	134.51	13.80	5.84	2.48	1.88	29.03
2002	4.59	5.43	8.03	20.49	14.40	21.68	84.01	60.00	2.48	5.84	3.56	3.44	19.69
2003	1.88	2.66	7.20	34.40	20.87	33.32	30.05	55.62	19.30	18.57	24.26	8.56	21.47
平均	2.61	4.28	8.94	22.52	23.07	31.46	92.81	99.43	41.17	17.19	11.23	4.71	30.18

出典: JICA 調査団

付表 23 貯水池運用計算における 2003 年型操作に対する月別放流量(観音閣ダム)

単位: m³/s

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
1984	15.00	15.00	15.00	22.83	53.71	31.17	12.94	5.00	5.00	11.84	12.00	13.55	17.77
1985	15.00	15.00	15.00	22.83	53.71	31.17	12.94	116.22	87.17	28.90	14.76	13.55	35.65
1986	15.00	15.00	15.00	22.83	53.71	31.17	105.18	160.12	105.72	41.01	24.68	13.55	50.58
1987	15.00	15.00	15.00	22.83	53.71	31.17	18.36	38.65	44.90	31.72	23.15	13.62	26.98
1988	15.00	15.00	15.00	22.83	53.71	31.17	12.94	5.00	19.89	22.60	12.00	13.55	19.90
1989	15.00	15.00	15.00	22.83	53.71	31.17	12.94	23.32	9.82	11.84	12.00	13.55	19.73
1990	15.00	15.00	15.00	22.83	53.71	31.17	28.88	62.86	81.99	21.70	12.09	13.55	31.22
1991	15.00	15.00	15.00	22.83	53.71	31.17	64.19	87.59	18.70	18.88	20.05	13.55	31.53
1992	15.00	15.00	15.00	22.83	53.71	31.17	12.94	5.00	7.63	13.80	14.63	13.55	18.36
1993	15.00	15.00	15.00	22.83	53.71	31.17	12.94	5.00	5.00	11.84	12.00	13.55	17.78
1994	15.00	15.00	15.00	22.83	53.71	31.17	12.94	57.95	50.08	38.19	18.10	13.55	28.72
1995	15.00	15.00	15.00	22.83	53.71	31.17	162.26	233.58	49.65	18.99	12.20	13.55	54.16
1996	15.00	15.00	15.00	22.83	53.71	31.17	12.94	143.06	21.82	12.01	12.00	13.55	30.86
1997	15.00	15.00	15.00	22.83	53.71	31.17	12.94	5.00	20.71	11.84	12.00	13.55	19.07
1998	15.00	15.00	15.00	22.83	53.71	31.17	12.94	64.69	58.81	16.69	16.37	13.55	28.04
1999	15.00	15.00	15.00	22.83	53.71	31.17	12.94	5.00	5.00	11.84	12.00	13.55	17.78
2000	15.00	15.00	15.00	22.83	53.71	31.17	12.94	5.00	5.00	11.84	12.00	13.55	17.77
2001	15.00	15.00	15.00	22.83	53.71	31.17	12.94	73.89	12.01	11.84	12.00	13.55	24.20
2002	15.00	15.00	15.00	22.83	53.71	31.17	12.94	5.00	5.00	11.84	12.00	13.55	17.78
2003	15.00	15.00	15.00	22.83	53.71	31.17	12.94	5.00	5.00	11.84	12.00	13.55	17.78
平均	15.00	15.00	15.00	22.83	53.71	31.17	28.64	55.35	30.94	18.55	14.40	13.55	26.28

出典: JICA 調査団

付表 24 貯水池運用計算における月別流入量(関門山ダム)

単位: m³/s

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
1984	0.12	0.12	0.12	0.83	0.83	2.53	3.16	7.42	1.97	0.57	1.21	1.03	1.67
1985	0.12	0.14	0.31	0.81	1.10	0.34	14.08	22.15	5.96	1.76	1.45	1.12	4.16
1986	0.12	0.13	0.55	1.15	1.68	2.32	13.53	13.22	10.35	2.65	2.46	1.46	4.17
1987	0.15	0.26	0.38	2.43	2.98	3.84	4.56	5.48	5.57	2.25	2.17	1.66	2.65
1988	0.12	0.12	0.14	1.56	1.09	2.02	4.78	4.14	5.73	1.81	1.03	0.85	1.95
1989	0.12	0.13	0.17	0.48	0.78	0.96	8.54	3.38	1.67	0.51	0.44	0.46	1.49
1990	0.12	0.57	0.96	2.55	2.42	3.06	10.28	6.53	5.90	1.54	1.16	1.28	3.05
1991	0.12	0.13	0.21	1.13	1.69	1.93	15.82	6.50	2.88	1.45	1.94	1.39	2.97
1992	0.12	0.12	0.12	0.73	0.86	1.91	5.01	3.09	4.17	1.19	2.68	2.18	1.85
1993	0.12	0.13	0.12	0.49	0.96	4.28	5.36	5.28	2.77	0.82	1.37	1.59	1.95
1994	0.12	0.21	0.23	0.52	2.00	2.99	6.43	14.30	4.48	1.76	1.41	1.05	2.99
1995	0.12	0.18	0.71	0.91	2.93	3.37	14.56	15.39	4.13	1.16	0.93	0.81	3.81
1996	0.12	0.17	0.26	0.29	0.85	1.02	8.68	8.87	2.66	0.76	0.56	0.68	2.10
1997	0.21	0.42	0.65	0.66	1.88	2.46	2.06	9.78	2.62	0.96	0.77	0.81	1.96
1998	0.13	0.28	0.41	0.77	1.98	1.24	2.72	12.75	5.24	1.21	1.19	1.01	2.43
1999	0.12	0.13	0.58	1.21	0.91	0.47	5.23	4.94	1.84	0.26	0.48	0.75	1.42
2000	0.46	0.47	0.68	2.08	2.23	0.99	7.42	4.96	2.58	0.97	0.94	0.88	2.07
2001	0.28	0.35	1.15	0.77	1.72	2.93	10.05	12.49	2.75	1.35	0.83	0.57	2.97
2002	0.28	0.31	0.47	0.93	0.64	1.40	6.70	5.90	1.97	0.64	0.74	0.98	1.76
2003	0.12	0.13	0.30	1.15	1.33	3.28	3.57	5.93	3.13	1.35	2.01	1.43	1.99
平均	0.16	0.23	0.43	1.07	1.54	2.17	7.63	8.62	3.92	1.25	1.29	1.10	2.47

出典: JICA 調査団

付表 25 貯水池運用計算における2003年型操作に対する月別放流量(関門山ダム)

単位: m³/s

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
1984	0.50	0.50	0.50	2.00	3.86	3.75	3.90	2.12	1.70	1.70	1.70	1.70	2.00
1985	0.50	0.50	0.50	2.00	3.86	3.75	3.90	15.49	5.73	1.84	1.70	1.70	3.48
1986	0.50	0.50	0.50	2.00	3.86	3.75	9.30	9.83	10.12	2.48	2.37	1.71	3.93
1987	0.50	0.50	0.50	2.00	3.86	7.86	3.90	2.12	2.50	2.15	2.01	1.80	2.48
1988	0.50	0.50	0.50	2.00	3.86	3.75	3.90	2.12	1.70	1.70	1.70	1.70	2.00
1989	0.50	0.50	0.50	2.00	3.86	3.75	3.90	2.12	1.70	1.70	1.70	1.70	2.00
1990	0.50	0.50	0.50	2.00	3.86	3.75	3.90	2.12	3.97	1.78	1.70	1.70	2.20
1991	0.50	0.50	0.50	2.00	3.86	3.75	10.62	3.37	2.45	1.70	1.70	1.70	2.74
1992	0.50	0.50	0.50	2.00	3.86	3.75	3.90	2.12	1.70	1.70	1.70	1.70	2.00
1993	0.50	0.50	0.50	2.00	3.86	3.75	3.90	2.12	1.70	1.70	1.70	1.70	2.00
1994	0.50	0.50	0.50	2.00	3.86	3.75	3.90	4.79	4.25	1.86	1.70	1.70	2.45
1995	0.50	0.50	0.50	2.00	3.86	4.43	11.75	12.00	3.91	1.70	1.70	1.70	3.75
1996	0.50	0.50	0.50	2.00	3.86	3.75	3.90	2.12	2.20	1.70	1.70	1.70	2.04
1997	0.50	0.50	0.50	2.00	3.86	3.75	3.90	2.12	1.70	1.70	1.70	1.70	2.00
1998	0.50	0.50	0.50	2.00	3.86	3.75	3.90	2.12	1.70	1.70	1.70	1.70	2.00
1999	0.50	0.50	0.50	2.00	3.86	3.75	3.90	2.12	1.70	1.70	1.70	1.70	2.00
2000	0.50	0.50	0.50	2.00	3.86	3.75	3.90	2.12	1.70	1.70	1.70	1.70	2.00
2001	0.50	0.50	0.50	2.00	3.86	3.75	3.90	3.41	2.60	1.70	1.70	1.70	2.19
2002	0.50	0.50	0.50	2.00	3.86	3.75	3.90	2.12	1.70	1.70	1.70	1.70	2.00
2003	0.50	0.50	0.50	2.00	3.86	3.75	3.90	2.12	1.70	1.70	1.70	1.70	2.00
平均	0.50	0.50	0.50	2.00	3.86	3.99	4.90	3.93	2.82	1.78	1.75	1.71	2.36

出典: JICA 調査団

付表 26 貯水池運用計算における月別流入量(三道河ダム)

単位：m³/s

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
1984	0.16	0.17	0.19	0.28	0.15	0.94	0.86	1.35	0.13	0.60	0.57	0.32	0.48
1985	0.18	0.24	0.18	0.22	0.22	0.22	6.50	6.89	1.01	0.50	0.47	0.31	1.43
1986	0.18	0.19	0.26	0.30	0.50	0.60	5.05	2.22	1.58	0.80	0.75	0.30	1.07
1987	0.22	0.20	0.24	0.76	0.61	0.91	1.51	0.94	0.83	0.91	0.80	0.40	0.70
1988	0.17	0.19	0.16	0.39	0.19	0.29	1.69	0.89	1.14	0.65	0.30	0.18	0.52
1989	0.19	0.18	0.16	0.18	0.24	0.19	3.37	0.15	0.14	0.37	0.35	0.22	0.48
1990	0.18	0.32	0.31	0.93	0.48	0.29	2.69	1.07	1.61	0.51	0.36	0.33	0.76
1991	0.16	0.18	0.17	0.39	0.23	0.67	4.28	0.70	0.17	0.62	0.69	0.34	0.72
1992	0.16	0.18	0.16	0.30	0.46	0.64	1.29	0.22	0.87	0.48	1.07	0.53	0.53
1993	0.15	0.19	0.14	0.21	0.19	1.22	2.71	0.87	0.18	0.29	0.71	0.47	0.62
1994	0.17	0.19	0.19	0.25	0.84	1.49	1.29	2.78	0.62	0.75	0.52	0.32	0.79
1995	0.15	0.20	0.21	0.26	1.08	2.13	7.33	3.08	0.47	0.35	0.44	0.26	1.35
1996	0.18	0.18	0.20	0.19	0.59	0.95	2.83	2.25	0.18	0.53	0.54	0.32	0.75
1997	0.24	0.23	0.19	0.21	0.50	0.65	1.32	2.23	0.19	0.54	0.39	0.25	0.58
1998	0.22	0.20	0.26	0.25	0.52	0.50	0.60	2.85	0.49	0.30	0.47	0.24	0.58
1999	0.16	0.17	0.34	0.39	0.16	0.19	1.60	0.84	0.14	0.25	0.41	0.33	0.42
2000	0.34	0.25	0.28	0.55	0.32	0.18	1.41	1.41	0.16	0.74	0.62	0.34	0.55
2001	0.26	0.21	0.30	0.19	0.36	1.92	3.68	3.04	0.21	0.59	0.37	0.17	0.95
2002	0.24	0.20	0.22	0.32	0.18	0.86	1.75	1.40	0.16	0.62	0.50	0.30	0.57
2003	0.17	0.20	0.16	0.30	0.18	0.51	0.49	1.19	0.29	1.36	0.98	0.43	0.52
平均	0.19	0.20	0.22	0.34	0.40	0.77	2.61	1.82	0.53	0.59	0.57	0.32	0.72

出典：JICA 調査団

付表 27 貯水池運用計算における2003年型操作に対する月別放流量(三道河ダム)

単位：m³/s

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
1984	0.20	0.20	0.20	0.33	0.44	0.38	0.53	0.63	0.45	0.25	0.65	1.08	0.45
1985	0.20	0.20	0.20	0.33	0.44	0.38	2.44	6.01	0.89	0.42	0.68	1.08	1.12
1986	0.20	0.20	0.20	0.33	0.44	0.38	4.39	1.87	0.92	0.71	0.93	1.08	0.98
1987	0.20	0.20	0.20	0.33	0.44	0.38	1.84	0.64	0.45	0.41	0.89	1.08	0.59
1988	0.20	0.20	0.20	0.33	0.44	0.38	0.73	0.63	0.45	0.42	0.65	1.08	0.48
1989	0.20	0.20	0.20	0.33	0.44	0.38	1.65	0.63	0.45	0.25	0.65	1.08	0.54
1990	0.20	0.20	0.20	0.33	0.44	0.38	0.70	0.63	1.04	0.42	0.67	1.08	0.53
1991	0.20	0.20	0.20	0.33	0.44	0.38	3.37	0.72	0.45	0.25	0.65	1.08	0.70
1992	0.20	0.20	0.20	0.33	0.44	0.38	0.53	0.63	0.45	0.25	0.65	1.08	0.45
1993	0.20	0.20	0.20	0.33	0.44	0.38	1.50	0.63	0.45	0.25	0.65	1.08	0.53
1994	0.20	0.20	0.20	0.33	0.44	0.38	1.21	2.33	0.45	0.25	0.73	1.08	0.66
1995	0.20	0.20	0.20	0.33	0.44	1.08	7.93	2.56	0.45	0.25	0.65	1.08	1.30
1996	0.20	0.20	0.20	0.33	0.44	0.38	2.01	2.19	0.45	0.25	0.65	1.08	0.70
1997	0.20	0.20	0.20	0.33	0.44	0.38	0.53	1.48	0.45	0.25	0.65	1.08	0.52
1998	0.20	0.20	0.20	0.33	0.44	0.38	0.53	0.63	0.45	0.25	0.65	1.08	0.45
1999	0.20	0.20	0.20	0.33	0.44	0.38	0.53	0.63	0.45	0.25	0.65	1.08	0.45
2000	0.20	0.20	0.20	0.33	0.44	0.38	0.53	0.63	0.45	0.25	0.65	1.08	0.45
2001	0.20	0.20	0.20	0.33	0.44	0.38	3.11	2.91	0.45	0.25	0.65	1.08	0.86
2002	0.20	0.20	0.20	0.33	0.44	0.38	0.53	0.70	0.45	0.25	0.65	1.08	0.45
2003	0.20	0.20	0.20	0.33	0.44	0.38	0.53	0.63	0.45	0.25	0.65	1.08	0.45
平均	0.20	0.20	0.20	0.33	0.44	0.42	1.75	1.39	0.53	0.31	0.68	1.08	0.63

出典：JICA 調査団

付表 28 貯水池運用計算における月別流入量(湯河ダム)

単位：m³/s

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
1984	3.09	2.87	2.90	3.42	2.52	16.76	12.22	44.97	17.54	11.07	8.47	6.14	11.04
1985	3.22	4.70	4.44	4.56	4.44	3.40	43.53	67.91	39.26	20.58	12.99	9.42	18.35
1986	3.10	3.35	3.82	4.76	6.88	13.93	31.90	52.80	39.65	23.88	14.15	9.67	17.43
1987	3.19	3.82	4.10	8.08	6.60	10.99	7.77	11.79	17.75	11.87	9.11	5.95	8.42
1988	3.10	3.08	2.56	4.26	3.49	4.74	16.38	20.35	24.60	12.25	6.60	3.89	8.79
1989	3.09	3.22	2.56	2.31	2.92	4.85	13.27	6.89	2.93	4.21	2.90	1.80	4.27
1990	3.15	4.61	4.58	10.47	10.72	12.81	16.63	27.32	26.39	13.91	9.02	7.05	12.26
1991	3.09	3.05	2.66	3.57	4.69	5.03	31.88	20.02	8.84	6.23	4.89	3.06	8.15
1992	3.09	2.93	2.28	4.24	3.04	4.14	9.02	8.53	10.13	5.18	6.98	5.17	5.40
1993	3.09	3.03	2.28	2.43	1.94	9.54	7.46	12.02	7.39	5.37	4.36	3.80	5.24
1994	3.10	3.28	2.56	2.42	5.18	4.25	28.83	50.22	34.69	15.58	10.34	7.35	14.08
1995	3.09	3.02	6.67	5.50	10.57	13.10	31.85	38.54	22.40	12.07	8.71	5.93	13.55
1996	3.10	3.10	2.83	2.77	5.08	6.17	20.55	44.97	17.88	10.20	7.45	5.43	10.86
1997	3.31	3.86	3.93	3.54	4.39	14.02	5.11	13.33	7.42	4.23	2.82	2.08	5.67
1998	3.12	3.42	3.59	3.87	4.85	4.92	3.13	22.63	17.49	7.79	5.60	3.59	7.02
1999	3.09	2.97	4.47	6.37	3.33	2.31	12.32	27.75	14.54	7.66	5.47	4.27	7.93
2000	4.44	4.44	3.93	6.75	8.67	4.54	9.54	9.76	6.45	5.87	4.09	2.50	5.93
2001	4.11	4.21	4.18	3.36	4.30	4.94	29.11	47.09	16.98	9.98	7.10	4.51	11.76
2002	3.33	3.54	3.09	3.75	2.27	3.61	7.25	30.71	5.98	6.93	4.74	3.16	6.58
2003	3.10	3.23	3.12	5.27	4.72	8.39	7.88	10.23	7.97	18.74	11.14	6.00	7.51
平均	3.25	3.49	3.53	4.58	5.03	7.62	17.28	28.39	17.31	10.68	7.35	5.04	9.51

出典：JICA 調査団

付表 29 貯水池運用計算における2003年型操作に対する月別放流量(湯河ダム)

単位：m³/s

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
1984	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	18.36	11.70	9.82	7.52	5.73	7.00
1985	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	49.74	45.08	37.51	19.48	11.87	9.05
1986	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	48.91	30.66	36.74	22.87	12.95	9.31
1987	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	25.58	4.38	4.38	6.27	8.14	5.62
1988	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	19.52	5.96	14.14	10.94	5.70	4.42
1989	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	13.76	6.22	4.38	4.38	4.38	5.33
1990	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	16.12	8.26	19.80	12.68	8.05	6.64
1991	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	36.05	12.80	4.38	4.38	4.38	7.78
1992	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38
1993	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38
1994	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	11.69	26.89	32.94	14.39	9.32	6.90
1995	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	8.26	50.74	19.66	16.30	10.84	7.73
1996	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	25.54	26.89	10.97	8.92	6.53	5.11
1997	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	19.83	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38
1998	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38
1999	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	13.15	14.66	4.38	4.74	4.67	4.46
2000	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	22.61	5.92	4.38	4.38	4.38	6.05
2001	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	17.54	28.18	10.97	8.66	6.22	4.57
2002	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	8.53	21.27	4.38	4.38	4.38	4.38
2003	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	5.55	7.99	4.38	4.38	5.30	5.63
平均	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.57	20.12	15.04	11.96	8.45	6.45	5.40	7.86

出典：JICA 調査団

付表 30 貯水池運用計算における月別流入量(稜窩ダム)

単位：m³/s

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
1984	18.7	19.2	20.0	34.6	59.8	63.1	37.7	84.3	11.3	28.2	29.7	25.6	36.1
1985	19.5	22.7	20.2	31.9	63.2	35.5	243.9	362.7	141.0	53.8	34.1	27.1	88.8
1986	19.6	19.3	23.0	35.5	70.0	52.0	254.6	267.7	178.8	77.2	51.5	26.7	90.4
1987	20.3	20.6	22.1	49.8	69.3	66.4	71.1	83.6	80.9	62.6	52.3	29.3	52.5
1988	19.1	19.9	19.2	37.7	61.4	43.2	66.3	116.0	59.8	47.4	23.8	22.0	44.8
1989	19.5	19.3	19.0	29.9	63.1	38.3	106.0	33.0	13.7	24.7	23.7	21.4	34.5
1990	19.2	26.0	25.7	57.4	71.2	44.5	92.1	103.4	132.6	42.3	26.7	26.5	55.8
1991	18.8	19.1	19.4	36.9	69.5	44.8	205.5	130.2	28.6	36.8	39.6	25.0	56.7
1992	18.9	19.2	18.9	35.3	64.2	47.7	61.3	21.9	39.3	27.2	46.3	32.2	36.0
1993	18.6	19.5	18.5	31.0	61.4	57.4	64.0	38.3	13.6	22.0	33.0	30.1	34.1
1994	19.0	19.8	19.9	31.6	76.5	61.0	76.8	187.7	87.2	59.8	35.6	25.0	58.7
1995	18.6	20.0	22.8	33.8	94.8	79.7	400.8	366.5	81.4	35.4	28.3	24.4	101.7
1996	19.3	19.3	20.2	29.5	70.1	71.6	117.6	233.7	35.7	27.7	27.3	24.8	58.5
1997	20.7	21.3	21.3	31.3	72.2	61.8	39.1	62.4	28.2	24.7	22.8	22.2	35.8
1998	19.7	20.4	22.8	32.7	72.9	39.4	30.5	150.9	81.5	27.3	30.0	22.0	46.1
1999	18.6	19.2	26.0	37.9	59.8	36.2	82.7	38.7	17.0	20.4	24.5	25.7	34.1
2000	24.7	22.3	23.5	44.7	69.4	36.9	62.6	35.8	11.6	32.1	28.2	23.5	34.7
2001	21.9	21.1	24.2	30.9	67.8	73.4	120.2	194.5	27.1	29.3	25.3	21.8	55.2
2002	21.0	20.2	21.2	35.0	61.1	50.9	68.2	44.5	9.3	32.7	27.4	23.9	34.8
2003	19.1	19.5	19.8	36.9	62.7	47.8	35.8	47.8	16.3	58.9	45.1	28.2	36.6
平均	19.7	20.4	21.4	36.2	68.0	52.6	111.8	130.2	54.7	38.5	32.8	25.4	51.3

出典：JICA 調査団

付表 31 貯水池運用計算における2003年型操作に対する月別放流量(稜窩ダム)

単位：m³/s

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
1984	3.0	3.0	3.0	28.3	197.4	23.7	55.0	63.2	13.3	3.0	3.0	3.0	33.6
1985	3.0	3.0	3.0	44.5	197.4	23.7	222.1	268.6	106.9	52.1	33.1	26.6	83.0
1986	19.2	18.7	21.7	48.3	197.4	23.7	255.3	173.6	144.7	75.5	50.5	26.3	88.7
1987	19.9	20.0	20.8	60.9	197.4	23.7	100.8	35.0	13.3	34.2	51.4	28.9	50.9
1988	18.7	19.3	17.8	50.3	197.4	23.7	67.1	35.0	13.3	31.0	22.9	21.5	43.5
1989	19.1	18.7	17.6	43.1	197.4	23.7	90.9	36.0	13.3	3.0	3.0	3.0	39.4
1990	3.0	3.0	3.0	55.1	197.4	23.7	87.3	60.2	41.8	40.5	25.7	26.1	47.7
1991	18.4	18.5	18.0	49.2	197.4	23.7	199.3	100.0	13.3	3.0	3.0	11.6	55.3
1992	18.5	18.5	17.5	48.4	197.4	23.7	55.0	35.0	13.3	3.0	3.0	3.0	36.6
1993	3.0	7.8	17.1	44.1	197.4	23.7	61.1	41.1	13.3	3.0	3.0	3.0	35.2
1994	3.0	3.0	3.0	36.7	197.4	23.7	101.0	85.4	53.0	58.0	34.6	24.5	52.5
1995	18.2	19.4	21.4	46.7	197.4	23.7	452.0	272.4	47.4	33.7	27.3	23.9	100.0
1996	18.9	18.7	18.8	42.9	197.4	23.7	136.4	179.8	13.3	3.0	3.0	20.1	56.9
1997	20.3	20.6	19.9	44.5	197.4	23.7	66.5	35.0	13.3	3.0	3.0	3.0	37.8
1998	3.0	3.0	13.3	45.2	197.4	23.7	55.0	63.1	13.3	22.2	29.1	21.5	41.3
1999	18.3	18.5	24.7	50.7	197.4	23.7	58.5	42.9	13.3	3.0	3.0	3.0	38.4
2000	3.0	3.0	3.0	47.0	197.4	23.7	55.0	35.0	13.3	3.0	3.0	3.0	32.7
2001	3.0	3.0	3.0	41.3	197.4	23.7	138.7	158.3	13.3	3.0	3.0	3.0	49.9
2002	9.1	19.5	19.9	47.8	197.4	23.7	66.3	43.8	13.3	3.0	3.0	3.0	37.8
2003	3.0	3.0	3.0	32.0	197.4	23.7	55.0	35.0	13.3	3.0	3.0	3.0	31.6
平均	11.3	12.1	13.5	45.4	197.4	23.7	118.9	89.9	29.7	19.2	15.5	13.1	49.6

出典：JICA 調査団

付表 32 稷窩ダム下流の灌漑区の 2005 年用水計画

単位 : m³/s

日	遼陽市	鞍山市	營口市	盤錦市
5/10	35.20	0.00	0.00	0.00
5/11	46.00	22.80	0.00	69.70
5/12	46.00	22.80	66.50	69.70
5/13	46.00	22.80	66.50	69.70
5/14	46.00	22.80	66.50	69.70
5/15	46.00	22.80	66.50	69.70
5/16	55.00	29.10	69.50	77.30
5/17	55.00	29.10	69.50	77.30
5/18	55.00	29.10	69.50	77.30
5/19	55.00	29.10	69.50	77.30
5/20	55.00	29.10	65.43	77.30
5/21	59.00	45.60	65.43	86.70
5/22	59.00	45.60	65.43	86.70
5/23	59.00	45.60	65.43	86.70
5/24	59.00	45.60	46.32	86.70
5/25	59.00	45.60	46.32	86.70
5/26	56.00	33.60	46.32	50.90
5/27	56.00	33.60	46.32	50.90
5/28	56.00	33.60	43.00	50.90
5/29	56.00	33.60	43.00	50.90
5/30	56.00	33.60	43.00	50.90
5/31	56.00	33.60	43.00	50.90
6/1	0.00	30.30	28.56	39.10
6/2	0.00	30.30	28.56	39.10
6/3	0.00	30.30	28.56	39.10
6/4	0.00	30.30	28.56	39.10
6/5	0.00	30.30	28.56	39.10
6/6	0.00	28.80	0.00	16.80
6/7	0.00	28.80	0.00	16.80
6/8	0.00	28.80	0.00	16.80
6/9	0.00	28.80	0.00	16.80
6/10	0.00	28.80	0.00	16.80

備考 : 6/11 以降は用水計画対象外

出典 : 遼寧省供水局

付表 33 2020 年の水需要(観音閣ダム～本溪地点間)

行政区	用途	単位	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間
本溪县	都市用水	万 m3	182.5	164.8	182.5	176.6	182.5	176.6	182.5	182.5	176.6	182.5	176.6	182.5	2,148.6
		m3/s	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	
	農業用水	万 m3	0.0	0.0	0.0	17.7	303.6	356.2	180.3	204.4	77.0	1.6	0.0	0.0	1,140.9
		m3/s	0.00	0.00	0.00	0.07	1.13	1.37	0.67	0.76	0.30	0.01	0.00	0.00	
平山区	都市用水	万 m3	1,028.6	929.1	1,028.6	995.5	1,028.6	995.5	1,028.6	1,028.6	995.5	1,028.6	995.5	1,028.6	12,111.4
		m3/s	3.84	3.84	3.84	3.84	3.84	3.84	3.84	3.84	3.84	3.84	3.84	3.84	
	農業用水	万 m3	0.8	0.8	0.8	16.4	198.9	166.0	107.0	111.3	104.6	9.0	0.8	0.8	717.4
		m3/s	0.00	0.00	0.00	0.06	0.74	0.64	0.40	0.42	0.40	0.03	0.00	0.00	
溪湖区 1	都市用水	万 m3	345.7	312.2	345.7	334.5	345.7	334.5	345.7	345.7	334.5	345.7	334.5	345.7	4,069.8
		m3/s	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	
明山区	都市用水	万 m3	657.5	593.9	657.5	636.3	657.5	636.3	657.5	657.5	636.3	657.5	636.3	657.5	7,742.1
		m3/s	2.46	2.46	2.46	2.46	2.46	2.46	2.46	2.46	2.46	2.46	2.46	2.46	
	農業用水	万 m3	3.4	3.4	3.4	23.8	283.5	256.7	154.7	162.4	131.1	12.1	3.4	3.4	1,041.2
		m3/s	0.01	0.01	0.01	0.09	1.06	0.99	0.58	0.61	0.51	0.05	0.01	0.01	
観音閣～本溪間	都市合計	万 m3	2,214.3	2,000.0	2,214.3	2,142.9	2,214.3	2,142.9	2,214.3	2,214.3	2,142.9	2,214.3	2,142.9	2,214.3	26,071.9
		m3/s	8.27	8.27	8.27	8.27	8.27	8.27	8.27	8.27	8.27	8.27	8.27	8.27	
	農業合計	万 m3	4.2	4.2	4.2	57.9	786.0	778.9	442.0	478.1	312.7	22.8	4.2	4.2	2,899.5
		m3/s	0.02	0.02	0.02	0.22	2.93	3.01	1.65	1.79	1.21	0.09	0.02	0.02	
	合計	万 m3	2,218.5	2,004.2	2,218.5	2,200.8	3,000.4	2,921.8	2,656.3	2,692.5	2,455.6	2,237.1	2,147.1	2,218.5	28,971.4
		m3/s	8.28	8.28	8.28	8.49	11.20	11.27	9.92	10.05	9.47	8.35	8.28	8.28	

出典：JICA 調査団

付表 34 2020 年の水需要(稜窩ダム～遼陽地点間)

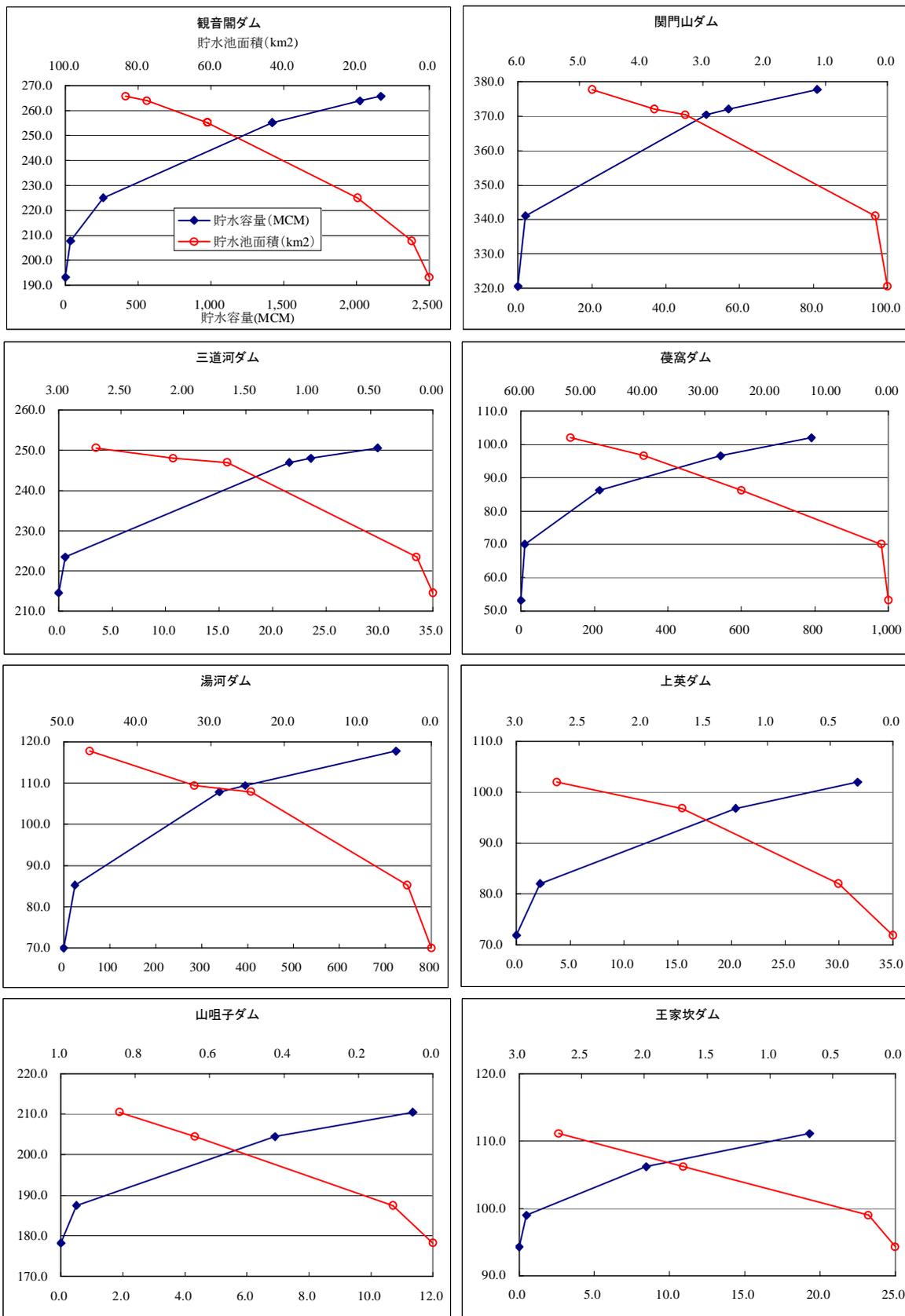
行政区	用途	単位	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間
鞍山市郊区	都市用水	万 m3	971.3	877.3	971.3	940.0	971.3	940.0	971.3	971.3	940.0	971.3	940.0	971.3	11,436.2
		m3/s	3.63	3.63	3.63	3.63	3.63	3.63	3.63	3.63	3.63	3.63	3.63	3.63	
遼陽市区	都市用水	万 m3	1,031.2	931.4	1,031.2	997.9	1,031.2	997.9	1,031.2	1,031.2	997.9	1,031.2	997.9	1,031.2	12,141.2
		m3/s	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	
弓長嶺区	都市用水	万 m3	567.8	512.8	567.8	549.5	567.8	549.5	567.8	567.8	549.5	567.8	549.5	567.8	6,685.0
		m3/s	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	
遼陽県 2	都市用水	万 m3	9.2	8.3	9.2	8.9	9.2	8.9	9.2	9.2	8.9	9.2	8.9	9.2	108.4
		m3/s	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	
遼陽県 2	農業用水	万 m3	0.1	0.1	0.1	143.5	3,627.6	1,670.0	1,624.3	1,575.8	299.2	5.0	0.1	0.1	8,946.0
		m3/s	0.00	0.00	0.00	0.55	13.54	6.44	6.06	5.88	1.15	0.02	0.00	0.00	
灯塔市	都市用水	万 m3	58.4	52.8	58.4	56.6	58.4	56.6	58.4	58.4	56.6	58.4	56.6	58.4	688.1
		m3/s	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	
灯塔市	農業用水	万 m3	45.7	45.7	45.7	154.8	2,802.8	1,314.9	1,280.2	1,243.3	273.1	49.5	45.7	45.7	7,347.2
		m3/s	0.17	0.19	0.17	0.60	10.46	5.07	4.78	4.64	1.05	0.18	0.18	0.17	
太子河区	都市用水	万 m3	69.2	62.5	69.2	66.9	69.2	66.9	69.2	69.2	66.9	69.2	66.9	69.2	814.4
		m3/s	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	
太子河区	農業用水	万 m3	4.2	3.8	4.2	4.1	4.2	4.1	4.2	4.2	4.1	4.2	4.1	4.2	49.7
		m3/s	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
宏偉区	都市用水	万 m3	71.7	64.8	71.7	69.4	71.7	69.4	71.7	71.7	69.4	71.7	69.4	71.7	844.7
		m3/s	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	
稜窩～遼陽間	都市合計	万 m3	2,778.8	2,509.9	2,778.8	2,689.1	2,778.8	2,689.1	2,778.8	2,778.8	2,689.1	2,778.8	2,689.1	2,778.8	32,717.9
		m3/s	10.37	10.37	10.37	10.37	10.37	10.37	10.37	10.37	10.37	10.37	10.37	10.37	
	農業合計	万 m3	50.1	49.7	50.1	302.4	6,434.6	2,989.0	2,908.7	2,823.3	576.3	58.8	49.9	50.1	16,342.9
		m3/s	0.19	0.21	0.19	1.17	24.02	11.53	10.86	10.54	2.22	0.22	0.19	0.19	
	合計	万 m3	2,828.9	2,559.5	2,828.9	2,991.5	9,213.4	5,678.2	5,687.5	5,602.1	3,265.5	2,837.6	2,739.1	2,828.9	49,060.8
		m3/s	10.56	10.58	10.56	11.54	34.40	21.91	21.23	20.92	12.60	10.59	10.57	10.56	

出典：JICA 調査団

付表 35 2020 年の水需要(遼陽～唐馬寨地点間)

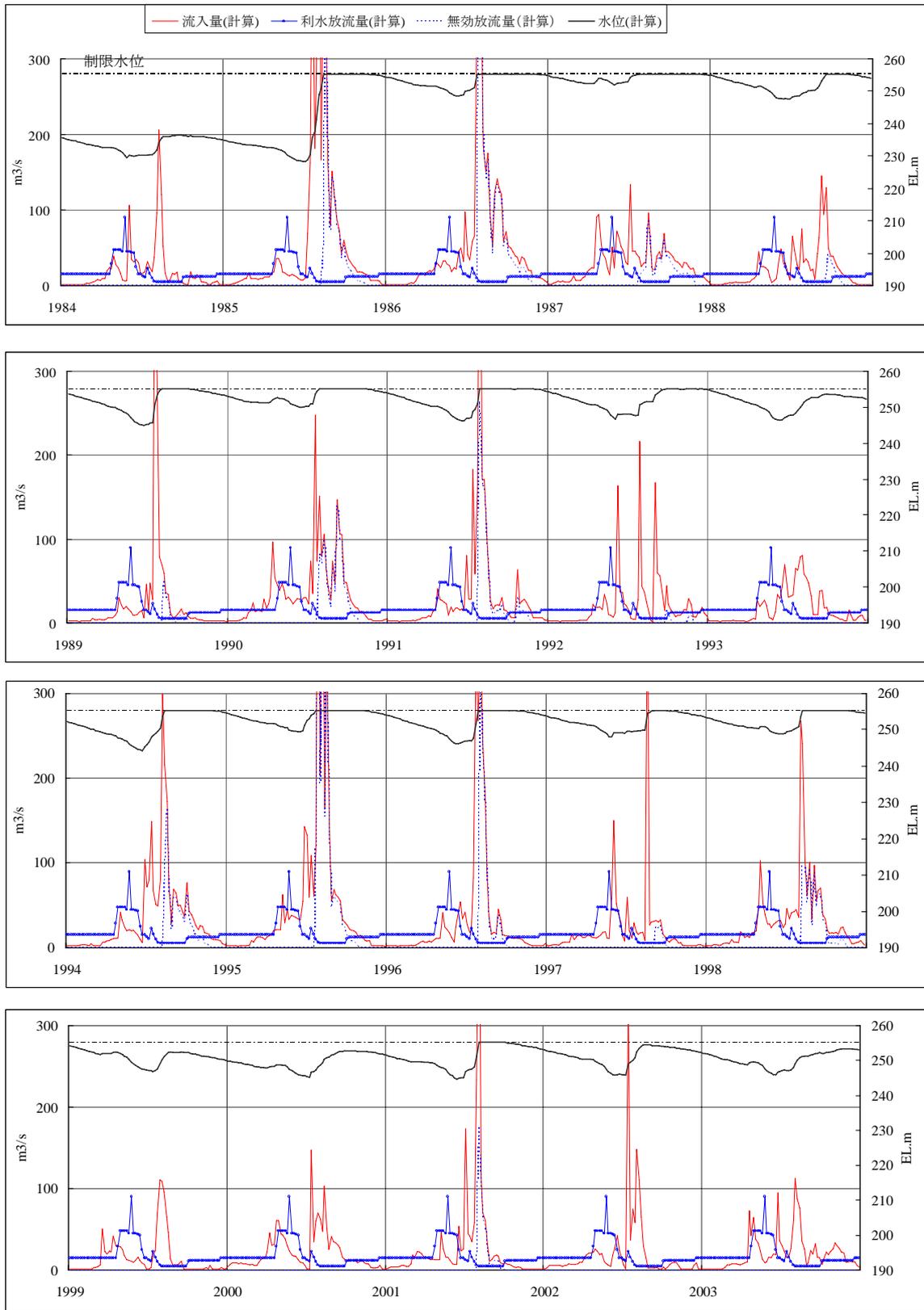
行政区	用途	単位	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間
溪湖区 2	都市用水	万 m ³	5.08	4.59	5.08	4.9	5.1	4.9	5.1	5.1	4.9	5.1	4.9	5.1	59.9
		m ³ /s	0.0190	0.0190	0.0190	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
	農業用水	万 m ³	5.69	5.69	5.69	37.2	437.6	396.8	239.1	251.1	202.3	19.1	5.7	5.7	1611.6
		m ³ /s	0.0213	0.0235	0.0213	0.14	1.63	1.53	0.89	0.94	0.78	0.07	0.02	0.02	
撫順県 2	都市用水	万 m ³	2.93	2.64	2.93	2.8	2.9	2.8	2.9	2.9	2.8	2.9	2.8	2.9	34.5
		m ³ /s	0.0109	0.0109	0.0109	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
	農業用水	万 m ³	1.71	1.71	1.71	2.2	10.4	12.2	6.9	7.7	3.7	1.7	1.7	1.7	53.4
		m ³ /s	0.0064	0.0071	0.0064	0.01	0.04	0.05	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	
蘇家屯区	都市用水	万 m ³	190.84	172.37	190.84	184.7	190.8	184.7	190.8	190.8	184.7	190.8	184.7	190.8	2247.0
		m ³ /s	0.7125	0.7125	0.7125	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	
遼陽～唐馬寨間	都市合計	万 m ³	198.85	179.61	198.85	192.4	198.9	192.4	198.9	198.9	192.4	198.9	192.4	198.9	2341.3
		m ³ /s	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	
	農業合計	万 m ³	7.40	7.40	7.40	39.4	448.0	408.9	246.1	258.7	206.0	20.8	7.4	7.4	1665.0
		m ³ /s	0.03	0.03	0.03	0.15	1.67	1.58	0.92	0.97	0.79	0.08	0.03	0.03	
	合計	万 m ³	206.25	187.01	206.25	231.8	646.8	601.4	444.9	457.6	398.4	219.7	199.8	206.3	4006.3
		m ³ /s	0.77	0.77	0.77	0.89	2.42	2.32	1.66	1.71	1.54	0.82	0.77	0.77	

出典：JICA 調査団 m³

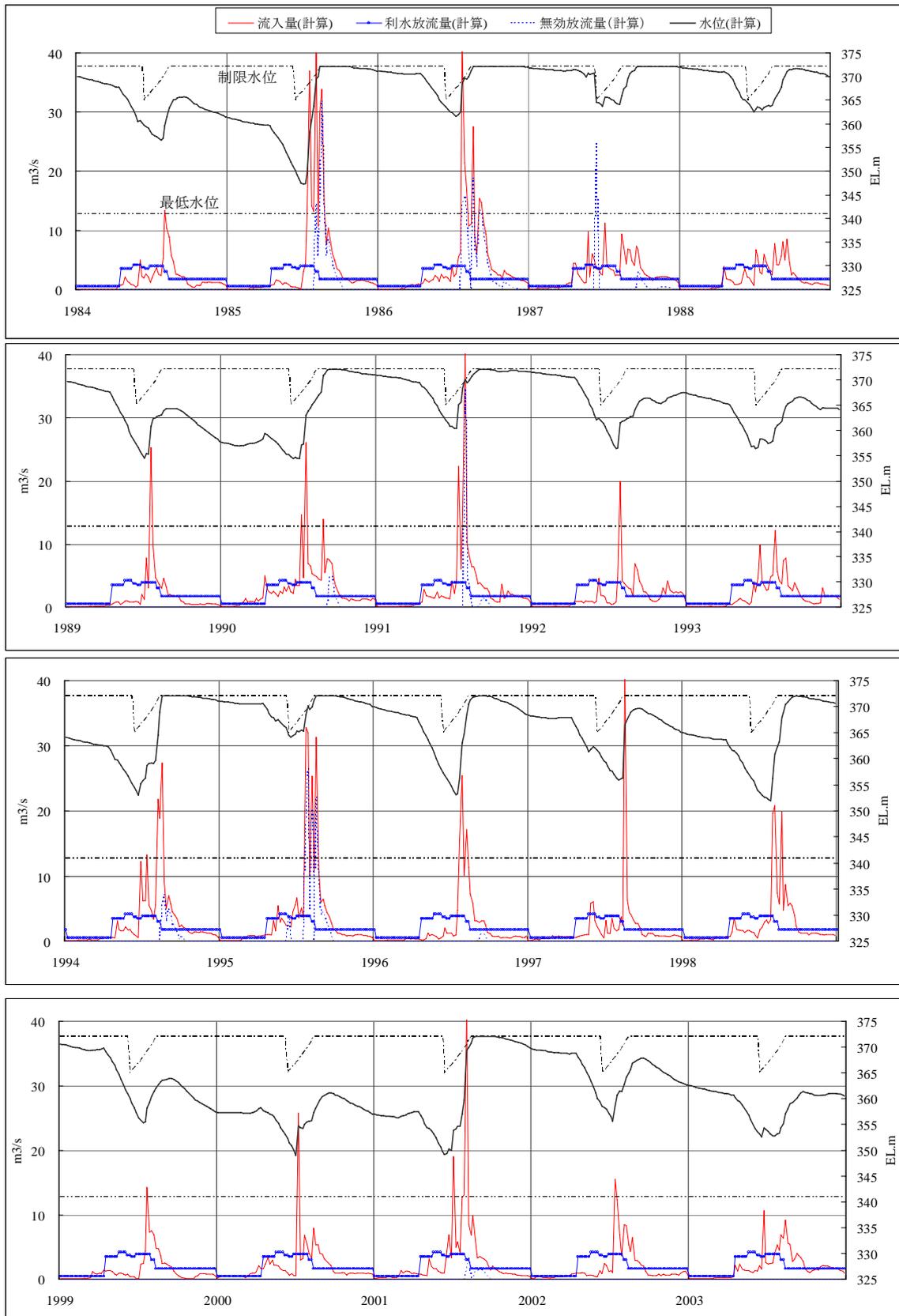


出典：JICA 調査団

付図 1 大規模・中規模ダムの貯水池水位-貯水量-湛水面積関係

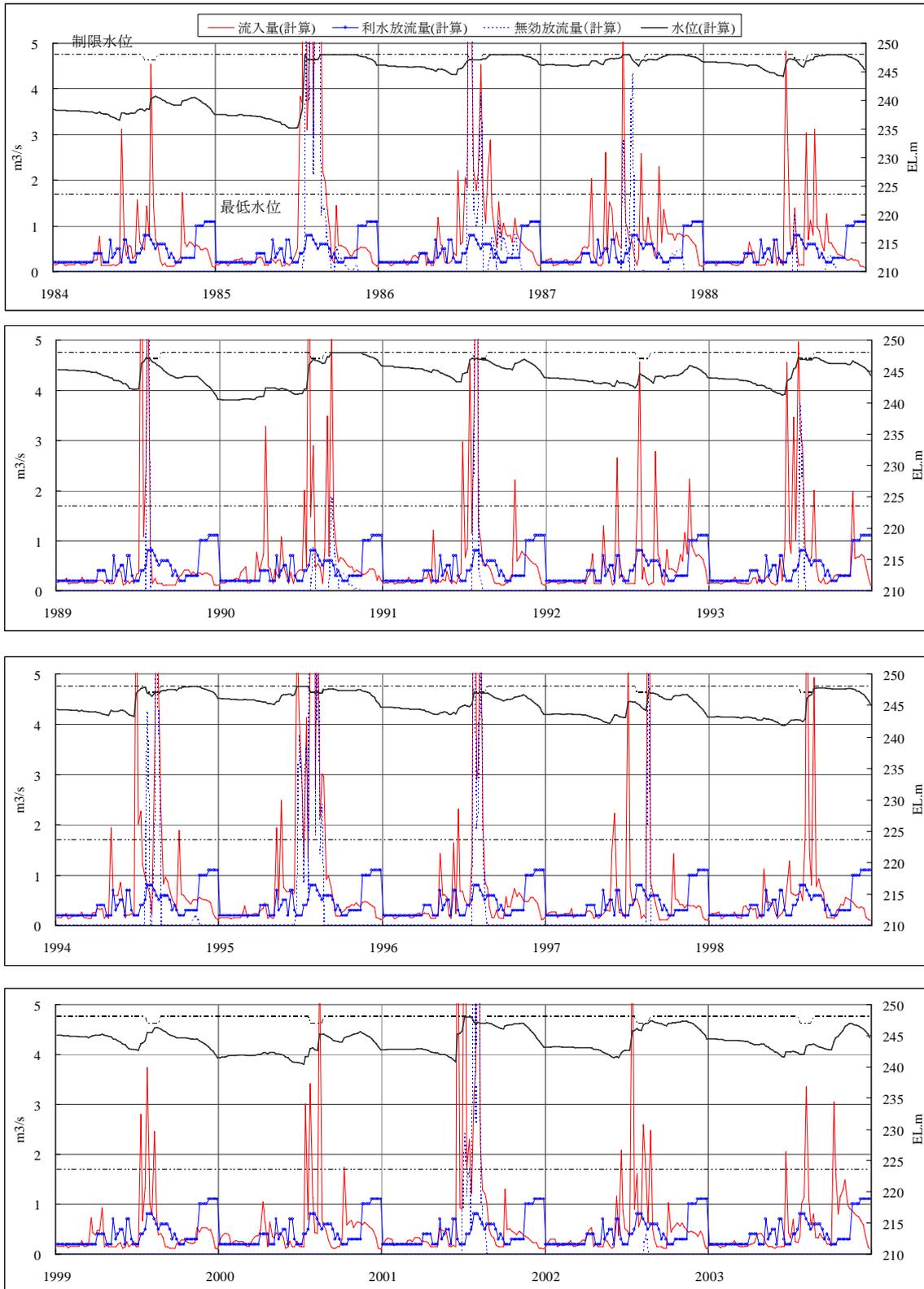


付図 2 2003 年型ダム操作に対する20年間貯水位変動(観音閣ダム)



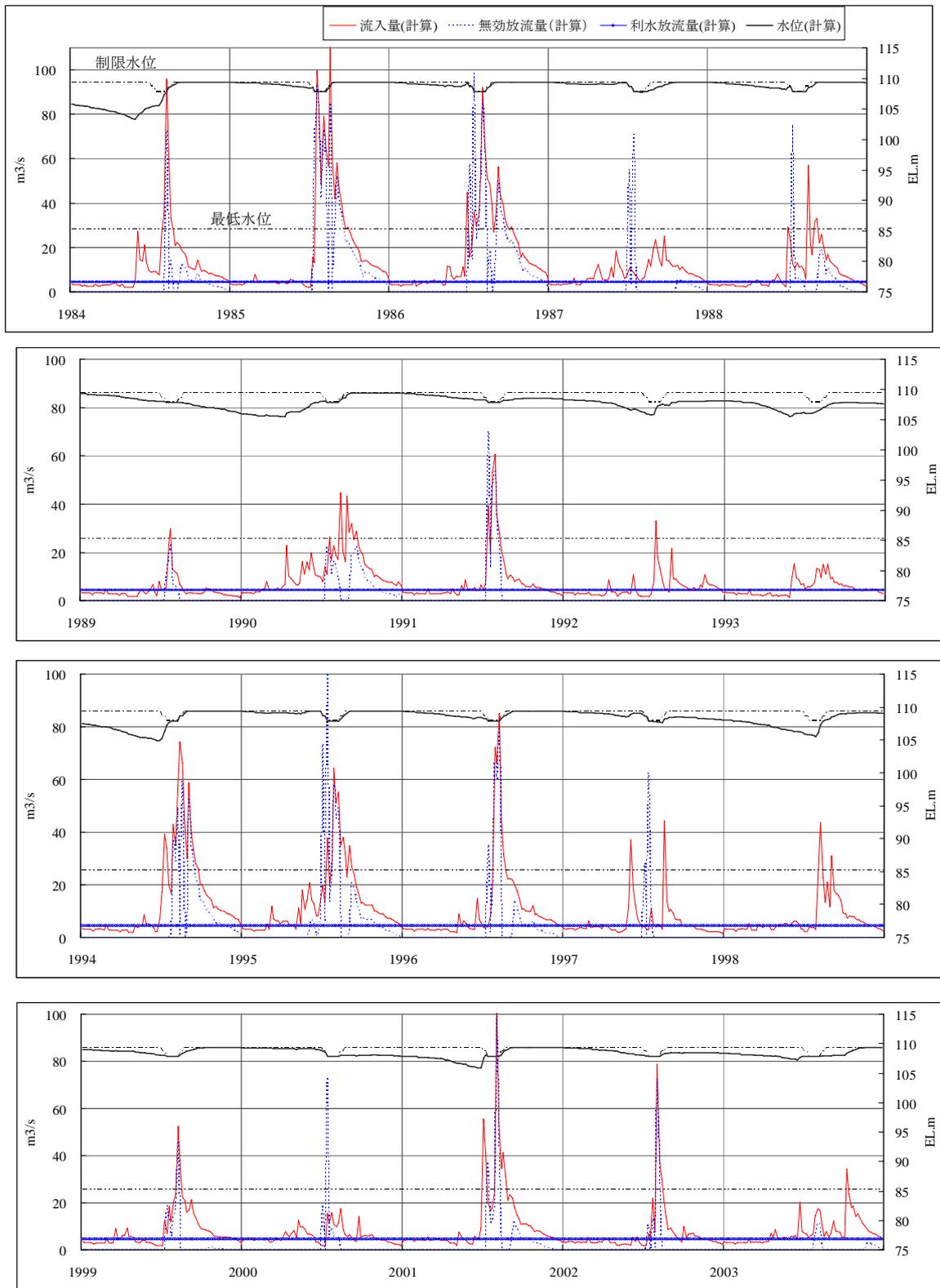
出典：JICA 調査団

付図 3 2003 年型ダム操作に対する20年間貯水位変動(関門山ダム)



出典：JICA 調査団

付図 4 2003 年型ダム操作に対する20年間貯水位変動(三道河ダム)



出典：JICA 調査団

付図 5 2003 年型ダム操作に対する20年間貯水位変動(湯河ダム)

付属報告書-10

水資源配分計画

中華人民共和国 水利権制度整備

最終報告書

第5巻

カテゴリー3 モデル地区におけるケーススタディー

附属報告書-10

水資源配分計画

目次

	頁
第1章 水資源配分計画策定	附属 10-1
1.1 背景.....	附属 10-1
1.2 水資源配分の検討方針.....	附属 10-1
1.3 水資源配分ルールの設定.....	附属 10-3
1.4 水資源配分検討におけるシナリオ設定.....	附属 10-4
1.5 水資源配分の策定方法.....	附属 10-5
1.6 各シナリオでの水資源配分.....	附属 10-9
1.7 各シナリオによる水資源配分結果の対比.....	附属 10-31
1.8 結論.....	附属 10-33
第2章 水価格制度の検討	附属 10-35
2.1 検討の背景.....	附属 10-35
2.2 生活用水.....	附属 10-35
2.3 工業用水.....	附属 10-37
2.4 農業用水.....	附属 10-39

図表目次

表

		頁
表 1.1.1	太子河流域の水需要：2003 実績と 2020 予測.....	附属 10-2
表 1.4.1	設定したシナリオ.....	附属 10-4
表 1.6.1	維持流量の設定条件.....	附属 10-13
表 1.6.2	事業前後の灌漑効率.....	附属 10-21
表 1.6.3	合理化事業による農業用水削減想定効果.....	附属 10-21
表 1.6.4	2つのシナリオにおける工業用水不足発生状況の対比.....	附属 10-29
表 1.7.1	水資源配分による経済効果(2020年).....	附属 10-32
表 2.2.1	生活水の価格弾性の算定結果.....	附属 10-37
表 2.3.1	回収率の日中対比.....	附属 10-38
表 2.3.2	回収率向上による工業用水削減効果.....	附属 10-38
表 2.4.1	水価格の対比.....	附属 10-39
表 2.4.2	太子河流域各地域の農業用水と工業用水の原単位.....	附属 10-40

㊦

		頁
㊦ 1.2.1	地域配分単位の設定.....	付属 10-1
㊦ 1.5.1	太子河流域の表流水利用モデル.....	付属 10-6
㊦ 1.5.2	太子河流域の地下水利用モデル.....	付属 10-6
㊦ 1.5.3	線形計画法の各式の意味.....	付属 10-8
㊦ 1.6.1	水資源の月別・用途別配分結果（現状水供給維持シナリオ、海城市）.....	付属 10-10
㊦ 1.6.2	2020年における水資源配分（現状水供給維持シナリオ）.....	付属 10-12
㊦ 1.6.3	水資源の月別配分結果（水源環境保全1シナリオ、遼陽市区）.....	付属 10-14
㊦ 1.6.4	2020年における水資源配分（水源環境保全1シナリオ）.....	付属 10-16
㊦ 1.6.5	地下水削減量.....	付属 10-17
㊦ 1.6.6	水資源の月別配分結果（水源環境保全2シナリオ、鞍山市区）.....	付属 10-18
㊦ 1.6.7	2020年における水資源配分（水源環境保全2シナリオ）.....	付属 10-20
㊦ 1.6.8	水資源の月別配分結果（用水転換シナリオ、灯塔市、遼陽市区）.....	付属 10-22
㊦ 1.6.9	2020年における水資源配分（用水転換シナリオ）.....	付属 10-24
㊦ 1.6.10	水資源の月別配分結果（運用改善シナリオ、遼陽市区）.....	付属 10-26
㊦ 1.6.11	2020年における水資源配分（運用改善シナリオ）.....	付属 10-28
㊦ 1.6.12	2020年における水資源配分（統合シナリオ）.....	付属 10-30
㊦ 1.7.1	用水転換・運用改善・現状水供給維持シナリオの水資源配分総量.....	付属 10-31
㊦ 1.7.2	水源環境保全1・水源環境保全2・現状水供給維持シナリオの水資源配分総量.....	付属 10-31
㊦ 1.7.3	各シナリオの水資源配分による経済効果.....	付属 10-32
㊦ 1.7.4	工業用水確保のための段階的な取り組みイメージ.....	付属 10-34
㊦ 2.2.1	都市住民の所得と供水量の推移.....	付属 10-36

第1章 水資源配分計画策定

1.1 背景

太子河流域の水需要総量は、社会経済発展と共に2003年実績の18億8,133万 m^3 /年から増加すると推定される。2010年には20億 m^3 を超え、2020年には20億8千万 m^3 /年に達すると予測される。県級行政地域ごとの需要予測量を表1.1.1に示した。

顕著な需要増加が予測される地域は、鞍山市区（2020年に約6,700万 m^3 /年増、以下同様）、遼陽市区（約6,400万 m^3 /年増）、平山区（約3,100万 m^3 /年増）である。3地区で総需要増加の80%を占める。これらの地区は、それぞれ鞍山・遼陽・本溪市の行政中心地域かつ主要工業地域である。2003年において工業用水の供水量が大きい地域である。

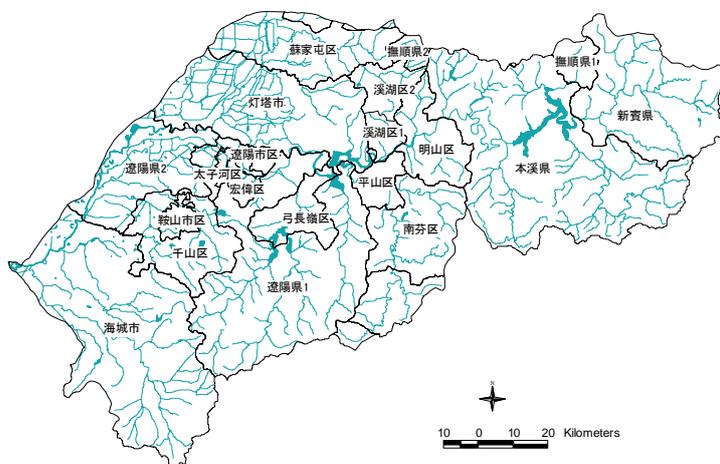
顕著な需要減少が予測される地域は、遼陽県（2020年に約2,500万 m^3 /年減、以下同様）、灯塔市（約2,400万 m^3 /年減）である。2003年に農業用水の供水量が多い地域である。灌漑効率の自然改善（-0.658%/年）による効果である。

水需要の地域的な伸びは一様ではない。将来の水資源配分では、地域的な水需要の変化に対応するために、水資源の偏在性を考慮しつつ地域の需給バランスを検討することが必要である。

1.2 水資源配分の検討方針

1.2.1 地域配分単位

水需要は地域産業構造を反映して変化する。また水資源は地域的・時期的に偏在する特性をもつ。従って配分対象を具体的に想定することが有効である。遼寧省水資源管理年報2003年版を参考として、20県級行政地域を配分単位として設定した。図1.2.1に配分単位を示した。



出典:JICA調査団

図1.2.1 地域配分単位の設定

1.2.2 時期区分

灌漑用水需要の季節変動を反映するため、1ヶ月を時期的な配分単位とした。

1.2.3 配分項目

都市用水（生活、商業）、農業用水（水稻、トウモロコシ、野菜、大型家畜、豚、羊、家禽、養殖、育苗）、工業用水（規模以上、規模以下）の各用途を配分項目とした。

表 1.1.1 太子河流域の水需要:2003 実績と 2020 予測

地域	年度	水需要量( 都市  農業  工業)	水需要量(万m3)			
			都市	農業	工業	合計
瀋陽市	蘇家屯区	2003				
		2020	 			
鞍山市	海城市	2003	  			
		2020	  			
	鞍山市区	2003	 			
		2020	 			
	千山区	2003				
		2020	 			
撫順市	撫順県	2003				
		2020				
	新賓県	2003				
		2020				
本溪市	本溪县	2003	 			
		2020	 			
	平山区	2003				
		2020	 			
	溪湖区	2003	 			
		2020	  			
	明山区	2003	 			
		2020	 			
	南芬区	2003	 			
		2020	 			
遼陽市	遼陽県	2003	  			
		2020	  			
	灯塔市	2003	  			
		2020	  			
	遼陽市区	2003	 			
		2020	 			
	宏偉区	2003				
		2020				
	弓長嶺区	2003				
		2020	 			
	太子河区	2003	 			
		2020	 			
全体	2003	  				
	2020	  				

出典:JICA調査団

1.3 水資源配分ルールの設定

1.3.1 需要予測に対する配分確保

地域経済および地域間の公平性の観点から、遼寧省小康社会建設構想などに基づいて実施した水需要予測に対する配分確保を目標とした。

1.3.2 水不足時の配分削減

地域的・時期的な水不足では、人命・食糧と直結した都市・農業用水よりも工業用水が相対的な重要性が低いと見なして、配分を減じた。

1.3.3 表流水の優先配分

遼寧省の地下水保護条例を考慮して、表流水を地下水よりも優先的に配分に用いた。

1.3.4 余剰水の配分

水需要予測に応じた配分を行った後には、ダムに貯留された表流水もしくは地下水の未使用の水資源が残る。本検討ではこの未使用の水資源を「余剰水」と呼ぶことにする。この余剰水の追加的な配分の可能性を検討した。この余剰水の配分と上記の需要予測に対する配分の合計が、太子河流域において各種の用水として配分・利用可能な水資源の最大量に相当することになる。

流域の経済産出を増大させる観点から、余剰水は経済効果を生む農業用水と工業用水に配分することとした。配分する地域は次の手順で決定した。

- ① ある地域に対して、余剰水を配分した場合の経済効果を求めた。なお地域内の用途間の配分は、水需要予測の構成比に等しいものとした。
- ② すべての地域に対して、同様の検討を行い、最も経済効果が高い地域に配分した。
- ③ 水資源は地域的に偏在するため、なお余剰水が残る場合がある。この場合には、①②の手順を余剰水が配分できなくなるまで繰り返した。
- ④ 配分された余剰水は、地域内で水需要予測の構成比に応じて配分した。

1.4 水資源配分検討におけるシナリオ設定

以下のシナリオを設定して、2003年から2020年までの水需要に対する水資源配分を検討した。

表 1.4.1 設定したシナリオ

名称	背景・目的・内容
(1)現状水供給維持	<p>【背景】太子河流域の水需要は2003年の1,881百万m^3から2020年には2,080百万m^3まで増加すると予測される。将来における水不足の発生が懸念される。</p> <p>【目的】2020年までの水需要予測に対する太子河流域の水資源（表流水と地下水）による配分確保を確認する。また余剰水を地域・用途への配分を想定した場合の配分可能量の把握を行う。</p> <p>【内容】2020年までの水需要予測に対する配分、余剰水の配分を検討した。</p>
(2)水源環境保全1	<p>【背景】遼寧省では、地表水の正常な流量の保持について検討されている。太子河に維持流量が導入された場合、表流水からの取水量は制約されることが予測される。</p> <p>【目的】Tennant法による維持流量が導入された場合を想定して、水資源配分への影響を予測する。</p> <p>【内容】2007年から基準点（本溪・遼陽・小林子・唐馬塞）における維持流量の導入を想定した。維持流量はTennant法の算定結果を用いた。</p>
(3)水源環境保全2	<p>【背景】遼陽市首山水源地の地下水漏斗現象は重大な問題であり、揚水量の削減が必要である。この遼陽市の地下水ブロックに対して揚水削減を導入した場合、当ブロックを地下水源とする地域に影響があると予測される。</p> <p>【目的】地下水の段階的削減が導入された場合を想定して、水資源配分への影響が発生する時期・規模を予測する。</p> <p>【内容】水源環境を表流水・地下水共に保護する観点から、上記の維持流量と地下水削減を、2007年より同時に導入したと想定した。2020年における揚水削減量を212百万m^3/年とする段階的な地下水削減計画を想定した。この削減量は持続可能な地下水利用に関する検討結果を用いた。</p>
(4)用水転換	<p>【背景】灯塔市・遼陽県などに存在する灌漑区における灌漑効率の改善を実現した場合、食糧生産を維持しながらの農業用水削減が可能となり、他の用途への転換が可能となる。</p> <p>【目的】農業用水の合理化が実施された場合を想定して、水資源配分への効果を予測する。</p> <p>【内容】大型・中型・小型の各灌漑区が存在する7地域において、2007年以降より農業用水合理化事業が実施されると想定した。</p>
(5)運用改善	<p>【背景】既設ダムの貯水池運用の見直しにより、新規開発水量の確保が可能である。</p> <p>【目的】稜窩ダム操作分析を踏まえた非灌漑期放流量上限の引上げを想定して、水資源配分への効果を予測する。</p> <p>【内容】稜窩ダムの非灌漑期における一定放流量は約3.0m^3/s（788万m^3/月）である。これに4.5m^3/s（1,182万m^3/月）まで追加して放流可能とした。開始時期は2007年とした。</p>
(6)統合	<p>【背景】水源環境保全2シナリオの検討では、地下水ブロック2から取水する地域における工業用水不足の発生が確認された。水不足に対する用水転換・運用改善シナリオで想定した対策を実施することにより、水不足の緩和が期待できる。</p> <p>【目的】水源環境保全2シナリオで発生した工業用水不足に対する、用水転換・運用改善対策による改善効果を確認する。</p> <p>【内容】水源環境保全2・用水転換・運用改善シナリオでの設定を組合せた。</p>

1.5 水資源配分の策定方法

1.5.1 太子河流域の水資源利用モデル化

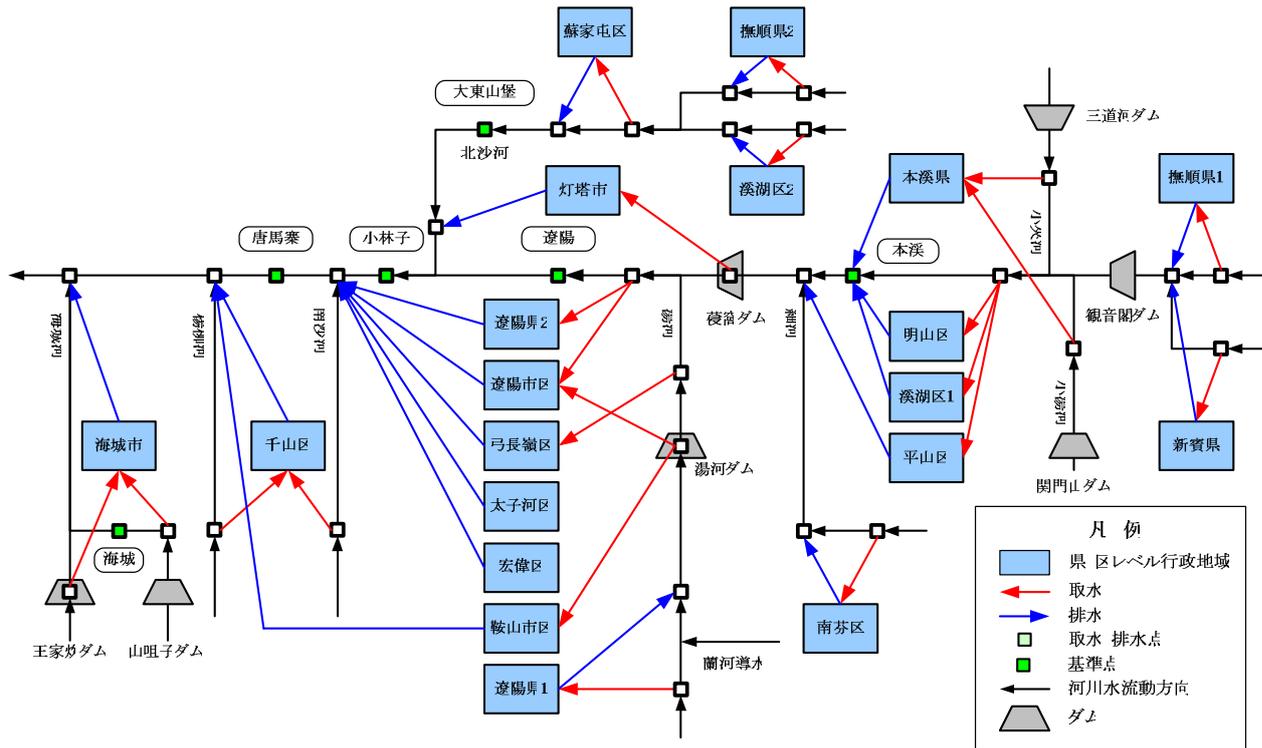
太子河流域における水資源の空間・時間・機能的な分布特性を踏まえた分析を行うために、表流水・地下水をそれぞれネットワーク・モデル化した。ネットワーク上の点に地域配分単位による取水・排水（排水は表流水のみ）を設定して、月ごとの河川流量、年間の地下水開発可能量、2003年時点の用途別の水源利用を考慮しつつ、水源からの取水の可否、下流への影響を評価するモデルとした。モデルの概略を図 1.5.1、図 1.5.2 に示した。

流量は 1984～2003 年の 20 ヶ年第一位渇水年である 1985 年の水収支解析結果を用いた。渇水年の流量を用いた検討により、水資源総量は減少するが、配分の予測値は過剰なものとならないことが期待できる。すなわち現実により確実な配分量を評価することができる。

1.5.2 線形計画法の適用

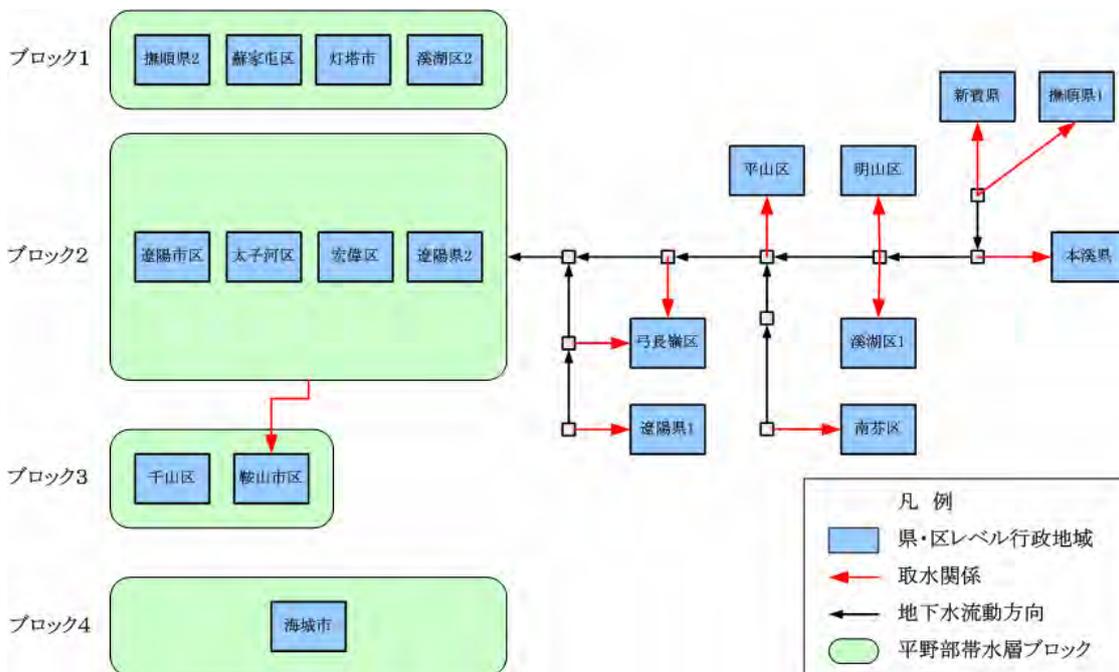
太子河流域の水資源配分問題は、流域各地域・用途の必要な水需要（予測需要）を満たしつつ、流域全体の経済産出を最大にする配分を探索する問題である。これは流域各地域の水需要充足という制約条件の下で、流域経済効果合計を最大・最適化する数学的問題と見なすことができる。このような問題に対する有効な手法として、線形計画法(Linear Programming)が知られている。本検討ではこの線形計画法を用いて最適配分の検討を行った。

今回、検討を進めている水資源配分問題のように、限られた資源を複数の関係者の間の合意を形成して、配分する方法を扱う手法として、ゲーム理論と呼ばれる手法がある。これは複数の関係者が全く対等の権利を持ち、自らの利益にのみ興味を持ち、他者の不利益には関心がなく、全体を最適化する視点は持たないようなケースを想定している。太子河流域の水資源配分は水利庁が一元的に管理する体制をとっており、かつ水資源配分の結果には流域全体の経済効果を最適化する視点が不可欠である。従ってゲーム理論が想定するような状況とは異なるものと判断して、本手法は採用しなかった。



出典:JICA調査団

図 1.5.1 太子河流域の表流水利用モデル



出典:JICA調査団

図 1.5.2 太子河流域の地下水利用モデル

1.5.3 線形計画法の定式化

水資源利用モデルに地域・用途ごとの需要予測を与え、それぞれの水需要に対して、表流水と地下水からの取水比率を調整することにより、実行可能かつ経済効果が最も高い配分を求めた。

具体的には水資源配分の経済効果合計の最大値を探索する線形計画問題として定式化して、その解として水資源配分量を求めた。基本的な数式を以下に示した。

$$\text{Max} \left[\sum_i \sum_j \sum_k \{Ce(i, j) \times (Ws(i, j, k) + Wg(i, j, k))\} \right] \quad (\text{式 1.1})$$

ここで i : 地域配分単位、 j : 用途、 k : 時期 (月)、 Ce : 配分された水の経済効果原単位(万元/万 m^3)、 Ws : 表流水の配分量(万 m^3 /月)、 Wg : 地下水の配分量(万 m^3 /月)である。

(式 1.1)式の意味は次のとおりである。

- ① 各地域・用途に月ごとに、配分された地表水及び地下水の合計を求める。
- ② その合計に経済効果原単位を乗じることにより、地域・用途ごとの経済効果を求める。
- ③ 地域・用途の経済効果を全地域・全用途について合計して、流域全体の経済効果を求める。
- ④ 流域全体の経済効果を最大・最適化するような配分を探索して求める。

制約条件は次のとおりである。

$$Ws(i, j, k) + Wg(i, j, k) \geq Dw(i, j, k) \quad (\text{式 1.2}) \quad : \text{配分量} \geq \text{需要量条件}$$

$$0 < Ws(i, j, k) \leq ULs(Ws) \quad (\text{式 1.3}) \quad : \text{表流水の取水上限}$$

$$0 < Wg(i, j, k) \leq ULg(Wg) \quad (\text{式 1.4}) \quad : \text{地下水の取水上限}$$

ここで Dw : 水需要、 ULs : 表流水モデルにより決まる取水上限量、 ULg : 地下水モデルにより決まる取水上限量である。

(式 1.2)式は、ある特定の地域・用途・時期における地表水と地下水の配分合計が需要量を満たすことを意味する。

(式 1.3)式は、表流水からの配分量は、表流水モデルにより決まる取水上限量を超えないことを意味する。ある地域における取水可能量は、その時期の上流からの流出量と、上流地域における取・排水、および下流の取水量確保の必要性により決まる。本式は表流水モデルの計算により得られる、これらの条件を満たす上限量を超えてはいけないことを意味する。

(式 1.4)式は、地下水ブロックからの配分量は、地下水モデルにより決まる取水上限量を超えないことを意味する。ある地域における年間取水可能量は、上流・下流の地域における年間取水量との合計が、地下水ブロックの利用可能量上限を超えないことが必要である。本式は地下水モデルの計算により得られる、このような条件を満たす上限量を超えてはいけないことを意味する。

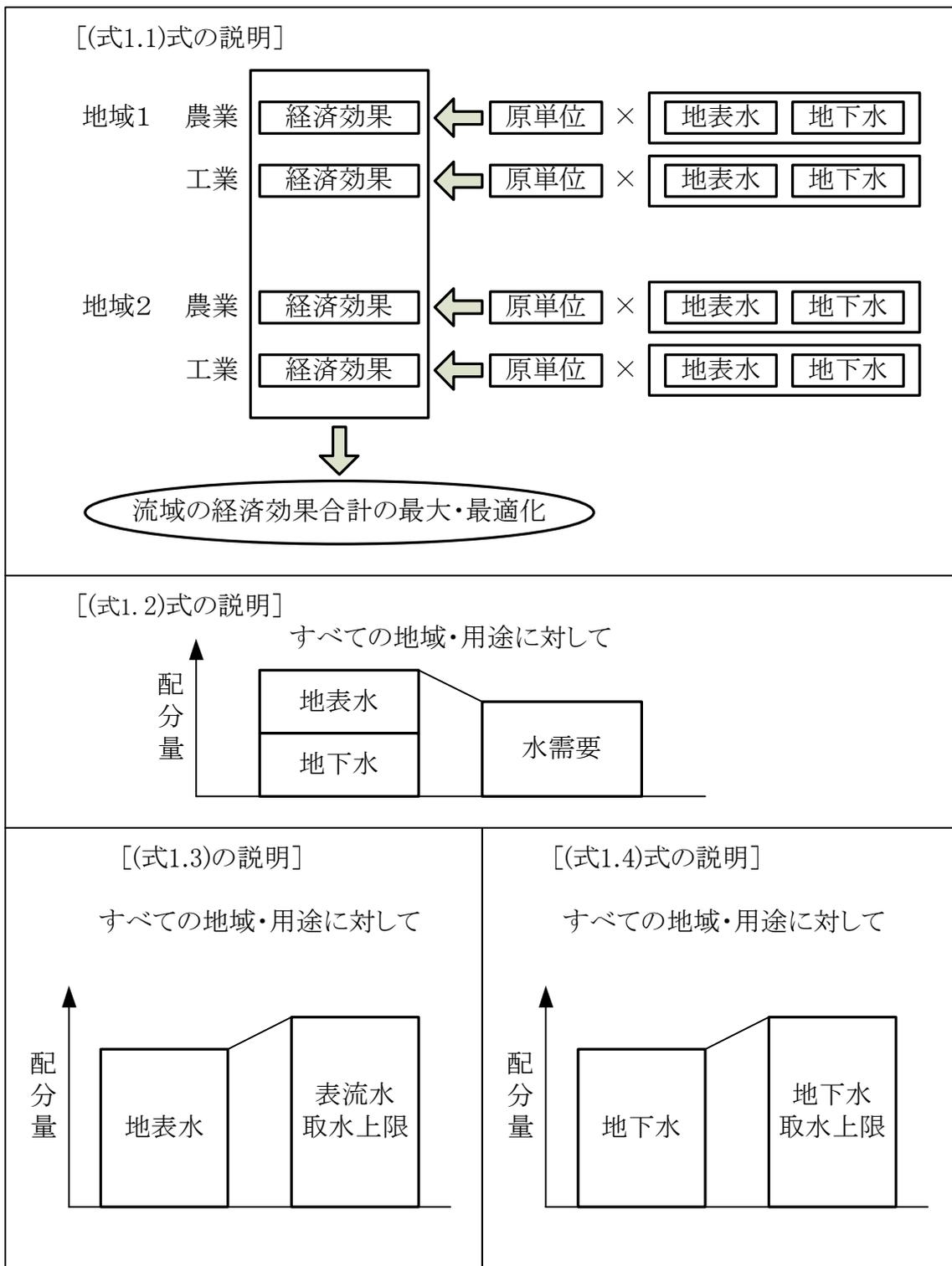


図 1.5.3 線形計画法の各式の意味

1.6 各シナリオでの水資源配分

1.6.1 現状水供給維持シナリオ

[シナリオの要点]

【背景】

太子河流域の水需要は 2003 年の 1,881 百万 m³ から 2020 年には 2,080 百万 m³ まで増加すると予測される。将来における水不足の発生が懸念される。

【目的】

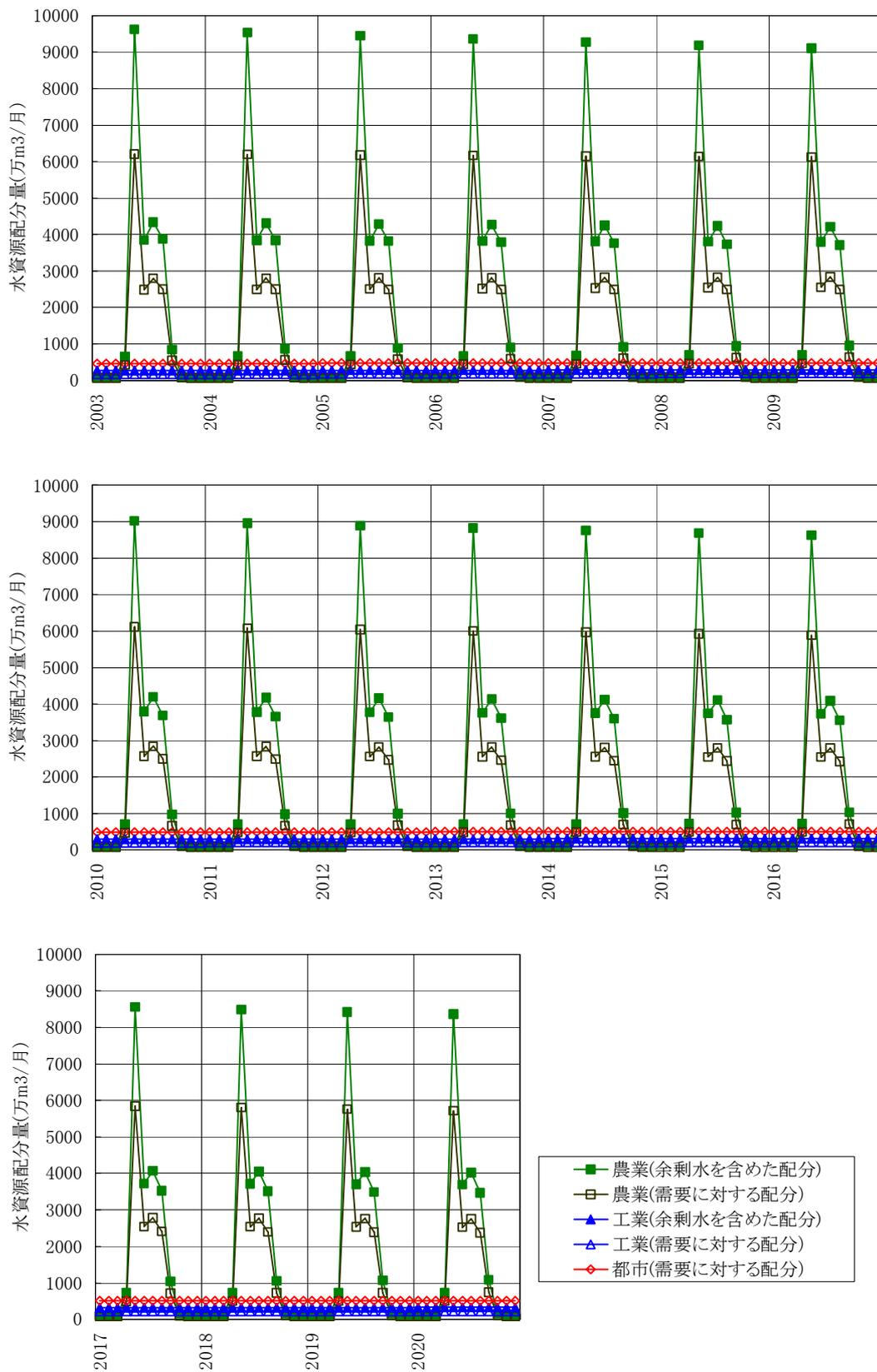
2020 年までの水需要予測に対する太子河流域の水資源（表流水と地下水）による配分確保を確認する。また余剰水を地域・用途への配分を想定した場合の配分可能量の把握を行う。

【内容】

2020 年までの水需要予測に対する配分、余剰水の配分を検討した。

配分計算の結果、すべての地域において 2020 年まで、需要予測以上の水資源が配分され、水不足は生じない。余剰水は 20 地域のうち 8 地域（海城市・鞍山市区・撫順県 1・撫順県 2・平山区・南芬区・灯塔市・遼陽市区）に配分された。余剰水の配分は地域の経済性を指標としており、余剰水の有無はこれらの地域の水消費による経済効率の高さを反映する。

2003 年から 2020 年までの月別の配分状況について、海城市を例にとり、図 1.6.1 に示した。水需要予測に応じた配分が確保されると共に、余剰水による追加配分がなされている状況が分かる。なお農業用水の配分量は経年的に徐々に低下する傾向を示す。これは灌漑区率の自然改善により、地域の水需要に占める農業用水需要の比率が低下することに対応する。



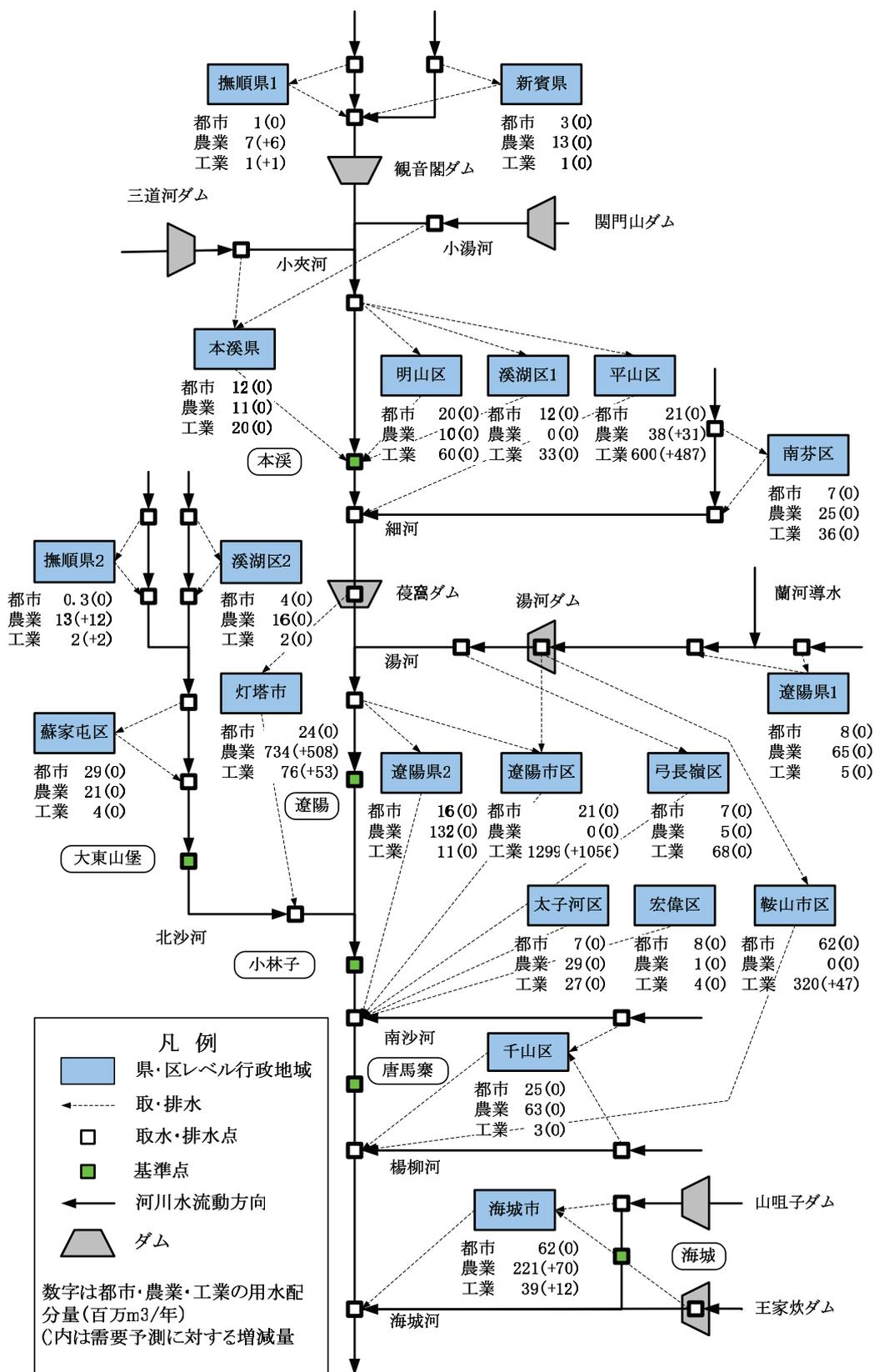
出典: JICA調査団

図 1.6.1 水資源の月別・用途別配分結果(現状水供給維持シナリオ、海城市)

配分結果の要点は次のとおりである。

- すべての地域において 2020 年まで、需要予測以上の水資源が配分され、水不足は生じない。
- 余剰水は 20 地域のうち 8 地域（海城市・鞍山市区・撫順県 1・撫順県 2・平山区・南芬区・灯塔市・遼陽市区）に配分された。
- 太子川からの表流水取水を想定した遼陽市区・平山区は余剰水の配分量が極めて大きい。遼陽市区は約 11 億 m^3 /年、平山区は約 5 億 m^3 /年の余剰水が配分された。表流水の活用を図ることにより、より大きな経済効果が得ることができる。
- 鞍山市区は余剰水配分量が相対的に小さい。地下水に依存した水源構成での水供給の限界を示している。

2020 年における水資源（表流水）の地域配分を図 1.6.2 に示した。ここで表中の数値は、セクター別用水配分量（単位：百万 m^3 /年）である。各数字の右側に記したカッコつきの数値は、需要予測の値からの増減を示す。一例として、海城市における農業用水に着目すると、2020 年の農業用水需要予測が 151 百万 m^3 /年であるのに対して、水資源配分量は 221 百万 m^3 /年であり、需要予測からの増減が $221-151=+70$ 百万 m^3 /年であることを意味する。



出典:JICA調査団

図 1.6.2 2020 年における水資源配分(現状水供給維持シナリオ)

1.6.2 水源環境保全 1 シナリオ

[シナリオの要点]

【背景】遼寧省では、地表水の正常な流量の保持について検討されている。太子河に維持流量が導入された場合、表流水からの取水量は制約されることが予測される。

【目的】Tennant 法による維持流量が導入された場合を想定して、水資源配分への影響を予測する。

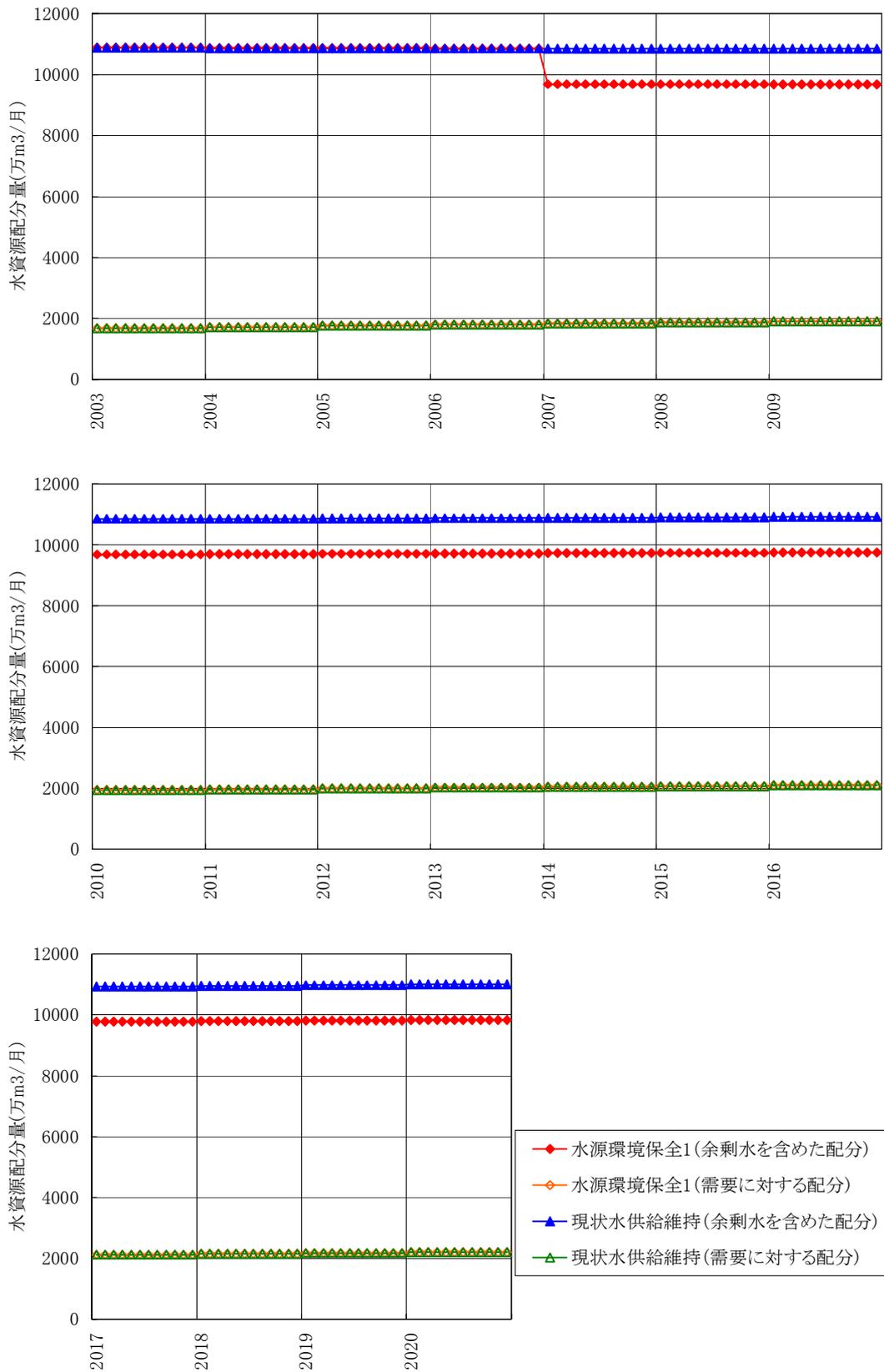
【内容】2007 年から基準点（本溪・遼陽・小林子・唐馬塞）における維持流量の導入を想定した。維持流量は Tennant 法の算定結果を用いた。

2007 年から基準点における維持流量の導入を想定した。維持流量は Tennant 法の算定結果を用いた。維持流量の基準点・流量を表 1.6.1 に示した。

表 1.6.1 維持流量の設定条件

基準点	維持流量	
本溪	4.00 m ³ /s	(1,051 万 m ³ /月)
遼陽	5.33 m ³ /s	(1,400 万 m ³ /月)
小林子	6.54 m ³ /s	(1,719 万 m ³ /月)
唐馬塞	7.63 m ³ /s	(2,005 万 m ³ /月)

2003 年から 2020 年までの月別の配分状況について、遼陽市区を例にとり、図 1.6.3 に示した。遼陽市区の水利用は都市用水と工業用水である。ここでは維持流量導入による変化を示すため、全用途について合計して、現状水供給維持シナリオと対比して示した。2007 年の維持流量導入と共に、余剰水が維持流量として確保されるため、余剰水の配分量は 1,165 万 m³/月(4.4m³/s)減少する。なお水需要に対応した配分量約 2,000 万 m³/月は維持流量の導入に関わらず確保され、影響はない。



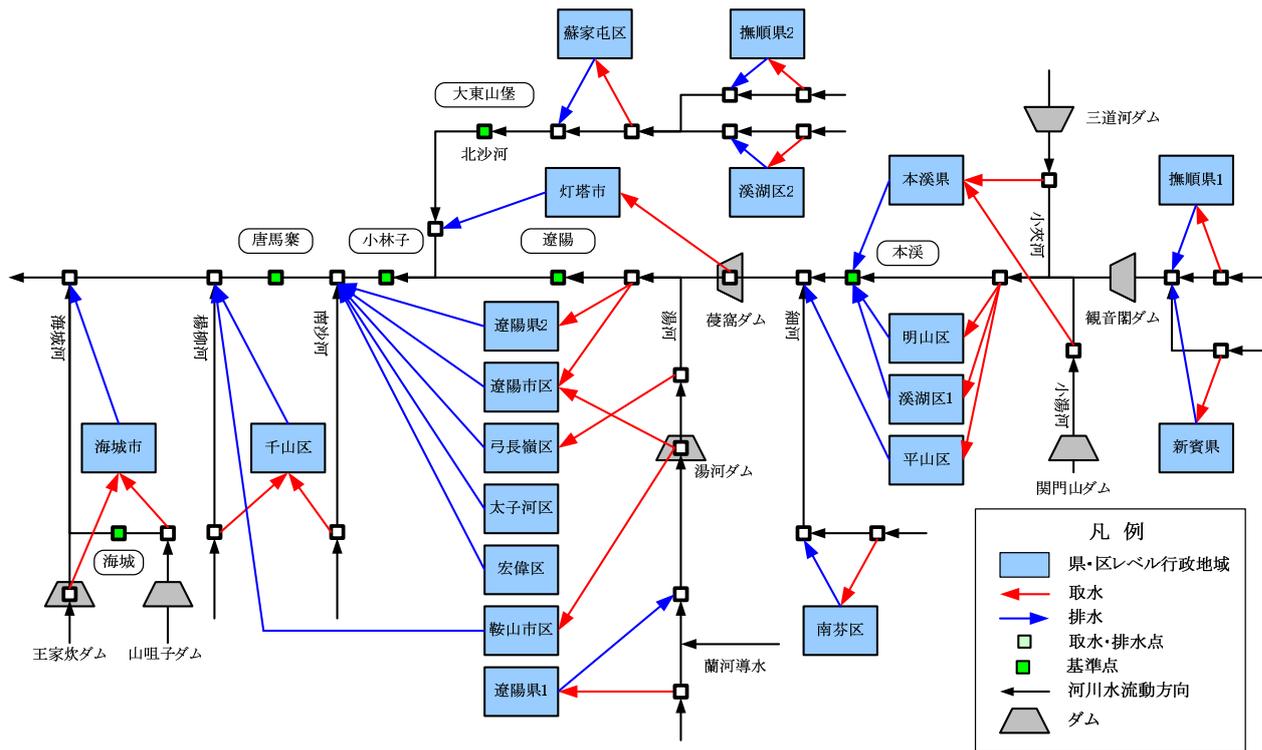
出典:JICA調査団

図 1.6.3 水資源の月別配分結果(水源環境保全1シナリオ、遼陽市区)

配分結果の要点は次のとおりである。

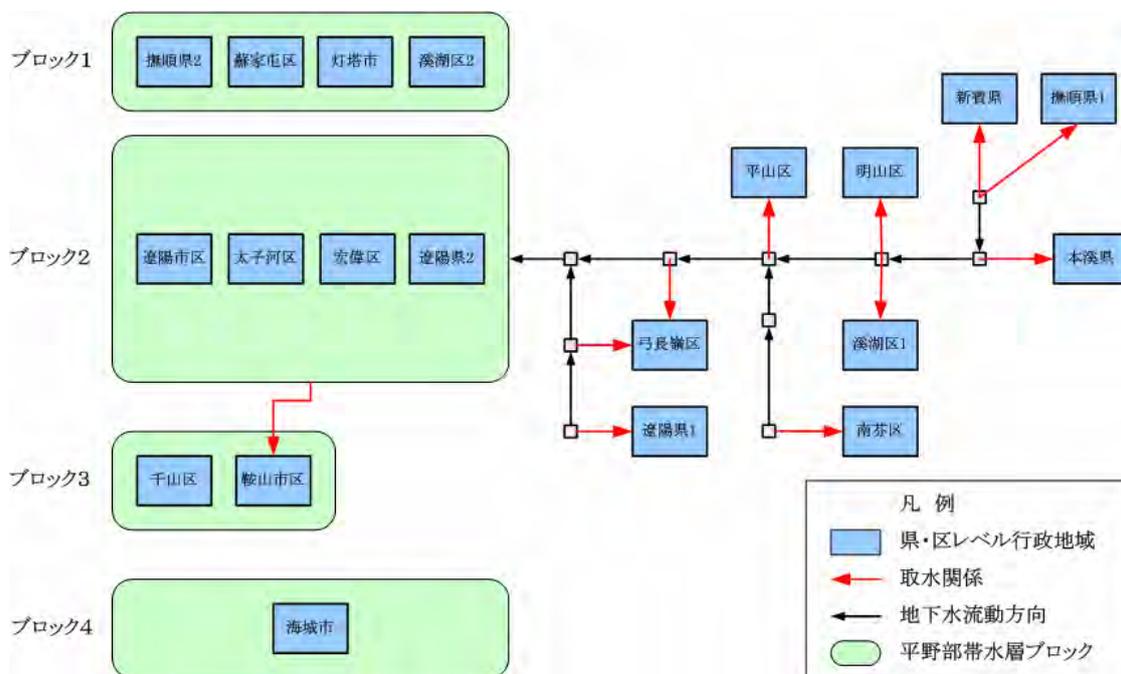
- 2020年までの需要予測に対して、各用途の水資源配分には不足は生じない。
- 本溪・遼陽基準点の上流で取排水を行う地域が影響を受ける。ただしその影響は余剰水の減少にとどまる。具体的には、本溪基準点上流の平山区で50百万 m^3 /年（1.6 m^3 /s）、遼陽基準点上流の遼陽市区で140百万 m^3 /年（4.4 m^3 /s）の減少である。
- 維持流量の導入後の水資源配分総量の減少量は約160百万 m^3 /年（5.1 m^3 /s）である。

2020年における水資源の地域配分を図1.6.4に示した。



出典:JICA調査団

図 1.5.1 太子河流域の表流水利用モデル



出典:JICA調査団

図 1.5.2 太子河流域の地下水利用モデル

1.6.3 水源環境保全 2 シナリオ

[シナリオの要点]

【背景】遼陽市首山水源地の地下水漏斗現象は重大な問題であり、揚水量の削減が必要である。この遼陽市の地下水ブロックに対して揚水削減を導入した場合、当ブロックを地下水源する地域に影響があると予測される。

【目的】地下水の段階的削減が導入された場合を想定して、水資源配分への影響が発生する時期・規模を予測する。

【内容】水源環境を表流水・地下水共に保護する観点から、上記の維持流量と地下水削減を、2007年より同時に導入したと想定した。2020年における揚水削減量を212百万 m^3 /年とする段階的な地下水削減計画を想定した。この削減量は持続可能な地下水利用に関する検討結果を用いた。

遼陽市の首山水源地では、持続可能な地下水利用に移行するためには揚水削減の導入が必要とされている。流域の水源地環境を表流水・地下水共に保護する観点から、上記の維持流量導入と共に、2007年より開始し、2020年における揚水削減量を212百万 m^3 /年とする段階的な地下水削減計画を想定した。段階的な削減量を図1.6.5に示した。

鞍山市区の水資源配分量の推移を図1.6.6に示した。2007年の地下水削減開始と共に、現状水供給維持シナリオよりも水資源配分量（余剰水を含めた配分）は減少する。ただし2011年までは、余剰水は減少するが、需要に対する配分は確保する。2011年から2014年までは水需要に応じた配分を確保する。この期間中も地下水の段階的削減は進められているが、経済性が低い他地域（太子河区・遼陽県2・宏偉区）の工業用水への配分を削減して、鞍山市区の工業用水を確保する。2015年以降は地下水揚水削減に対応するため、鞍山市区の工業用水削減が必要となる。2020年の鞍山市区の工業用水不足量は年間90百万 m^3 に達する。

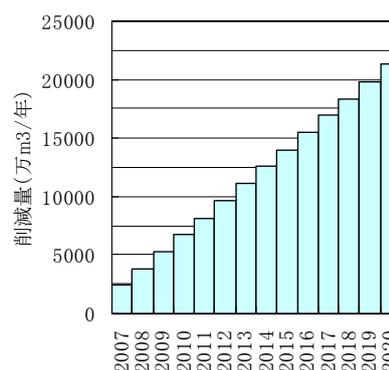
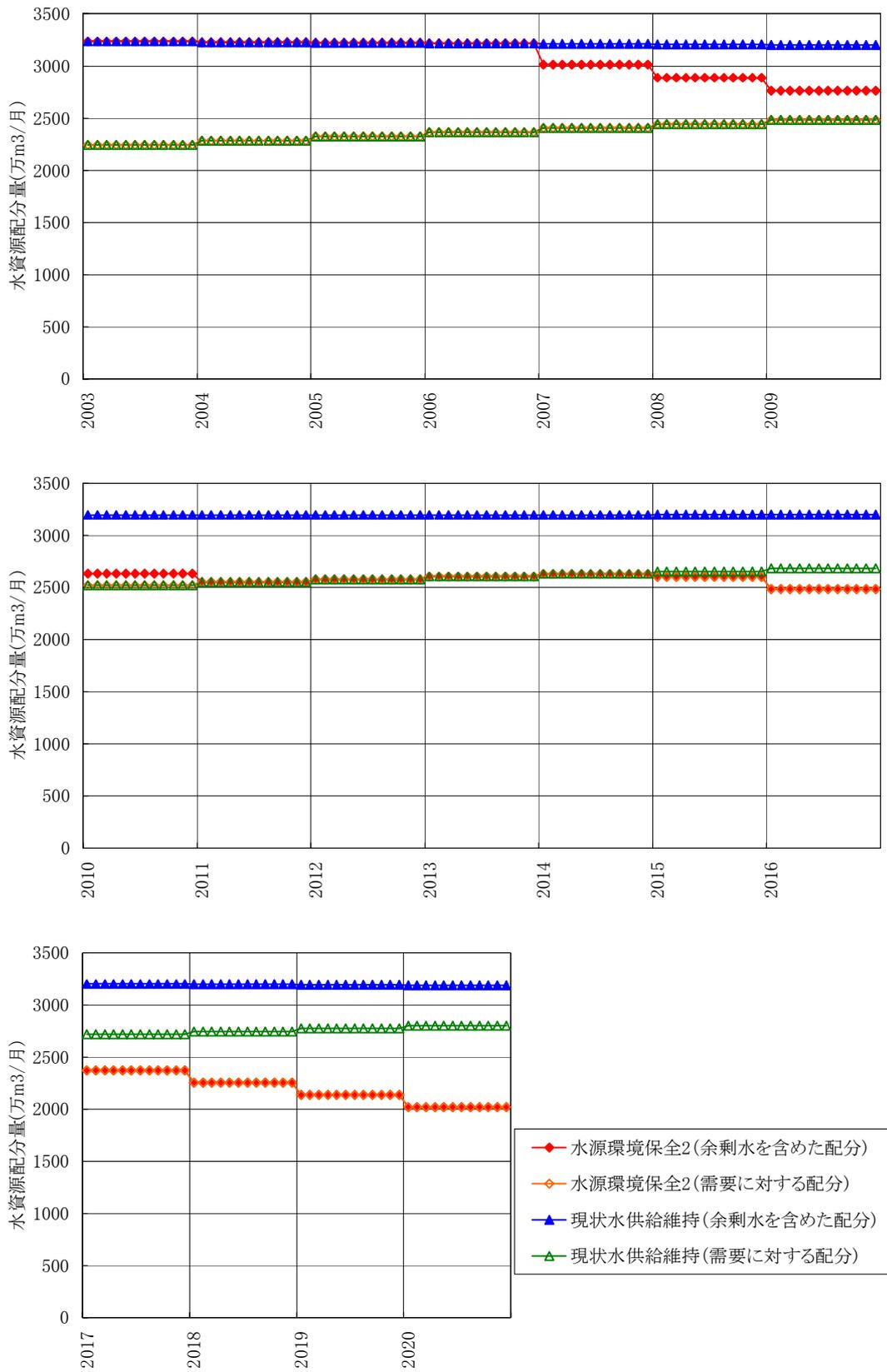


図 1.6.5 地下水削減量



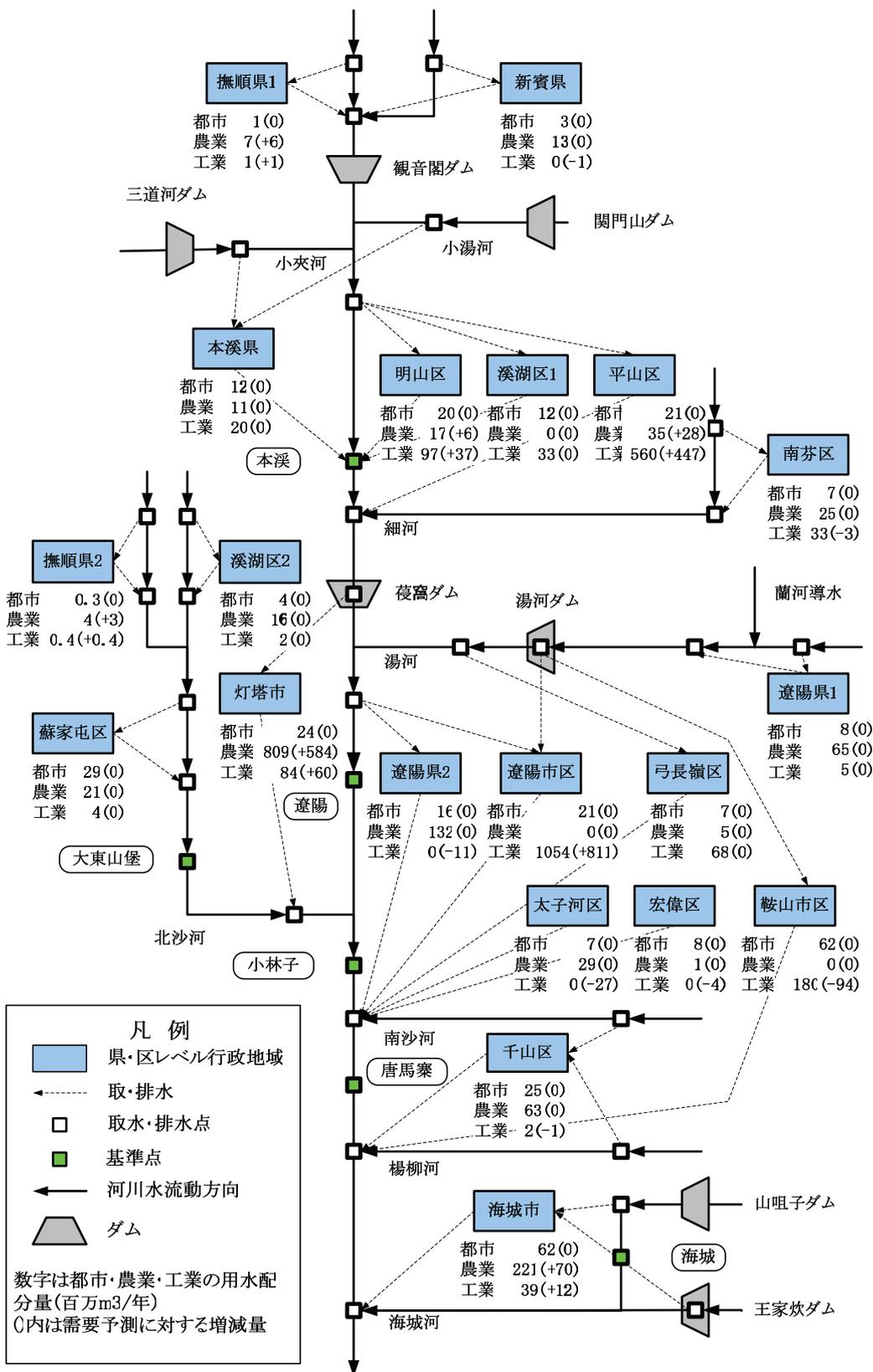
出典: JICA調査団

図 1.6.6 水資源の月別配分結果(水源環境保全 2 シナリオ、鞍山市区)

配分結果の要点は次のとおりである。

- 地下水揚水削減による影響は、対象となる地下水ブロックから取水する全市区で生じる。鞍山市区では削減開始と共に余剰水が減少する。2013年以降に工業用水の配分が不足する。2020年の不足量は約9千万 m^3 /年（2.9 m^3/s 相当）に達する。周辺地域を含めた工業用水の配分不足は、2020年には合計146百万 m^3 に達する。
- 地下水揚水削減に対応して水資源配分総量は減少する。現状水供給維持シナリオの配分量との差は約370百万 m^3 /年であり、維持流量設定による減少分160百万 m^3 /年と地下水削減量210百万 m^3 /年の和に一致する。

2020年における水資源の地域配分を図1.6.7に示した。



出典: JICA調査団

図 1.6.7 2020 年における水資源配分(水源環境保全 2 シナリオ)

1.6.4 用水転換シナリオ

[シナリオの要点]

【背景】灯塔市・遼陽県などに存在する灌漑区における灌漑効率の改善を実現した場合、食糧生産を維持しながらの農業用水削減が可能となり、他の用途への転換が可能となる。

【目的】農業用水の合理化が実施された場合を想定して、水資源配分への効果を予測する。

【内容】大型・中型・小型の各灌漑区が存在する7地域において、2007年以降より農業用水合理化事業が実施されると想定した。

対象となる灌漑区の種類と灌漑効率の変化を表 1.6.2 に、対象地域および想定した農業用水削減効果を表 1.6.3 に示した。

表 1.6.2 事業前後の灌漑効率

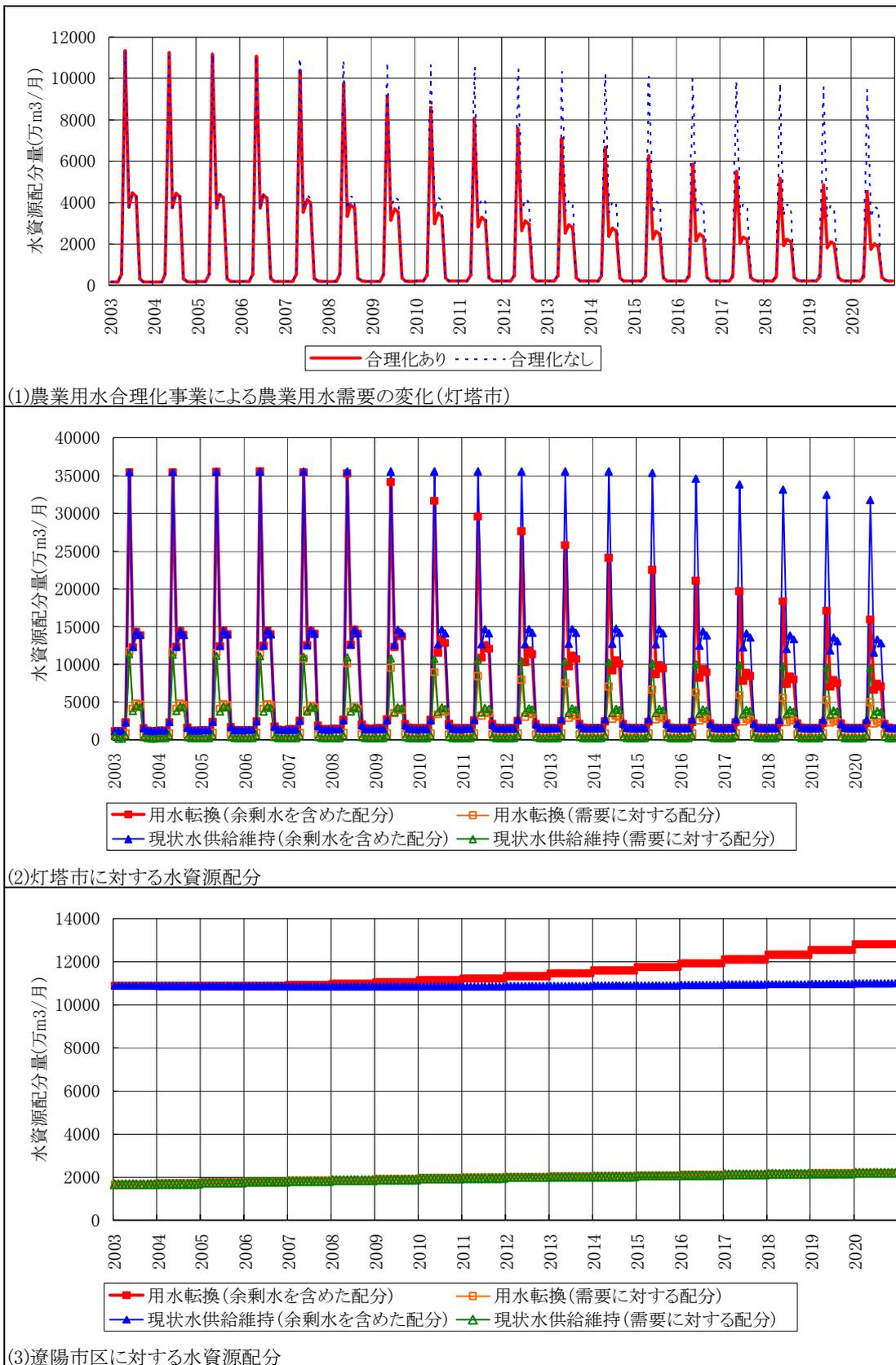
規模	灌漑効率(%)	
	合理化事業前	合理化事業後
大型	32	80
中型	42	86
小型	75	95

表 1.6.3 合理化事業による農業用水削減想定効果

規模	地区	灌漑水量(万トン/年)		削減量 (万トン/年)
		合理化事業前	合理化事業後	
大型	灯塔市	18,523	8,277	-10,246
中型	蘇家屯区	2,010	1,042	-968
	海城市	8,613	4,463	-4,149
	千山区	3,772	1,955	-1,817
	遼陽県2	12,261	6,354	-5,907
小型	遼陽県1	6,040	5,193	-847
	本溪县	993	854	-139
合計		52,212	28,138	-24,074

2007年から灯塔市、2010年から他の地区における事業が開始され、毎年一定の割合で灌漑効率が改善され、2020年に表 1.6.2 に示した水準に達するとした。

農業用水の合理化事業による農業用水節水効果が最も大きい灯塔市、および用水転換により余剰水を多く得る遼陽市区の水資源配分状況を図 1.6.8 に示した。



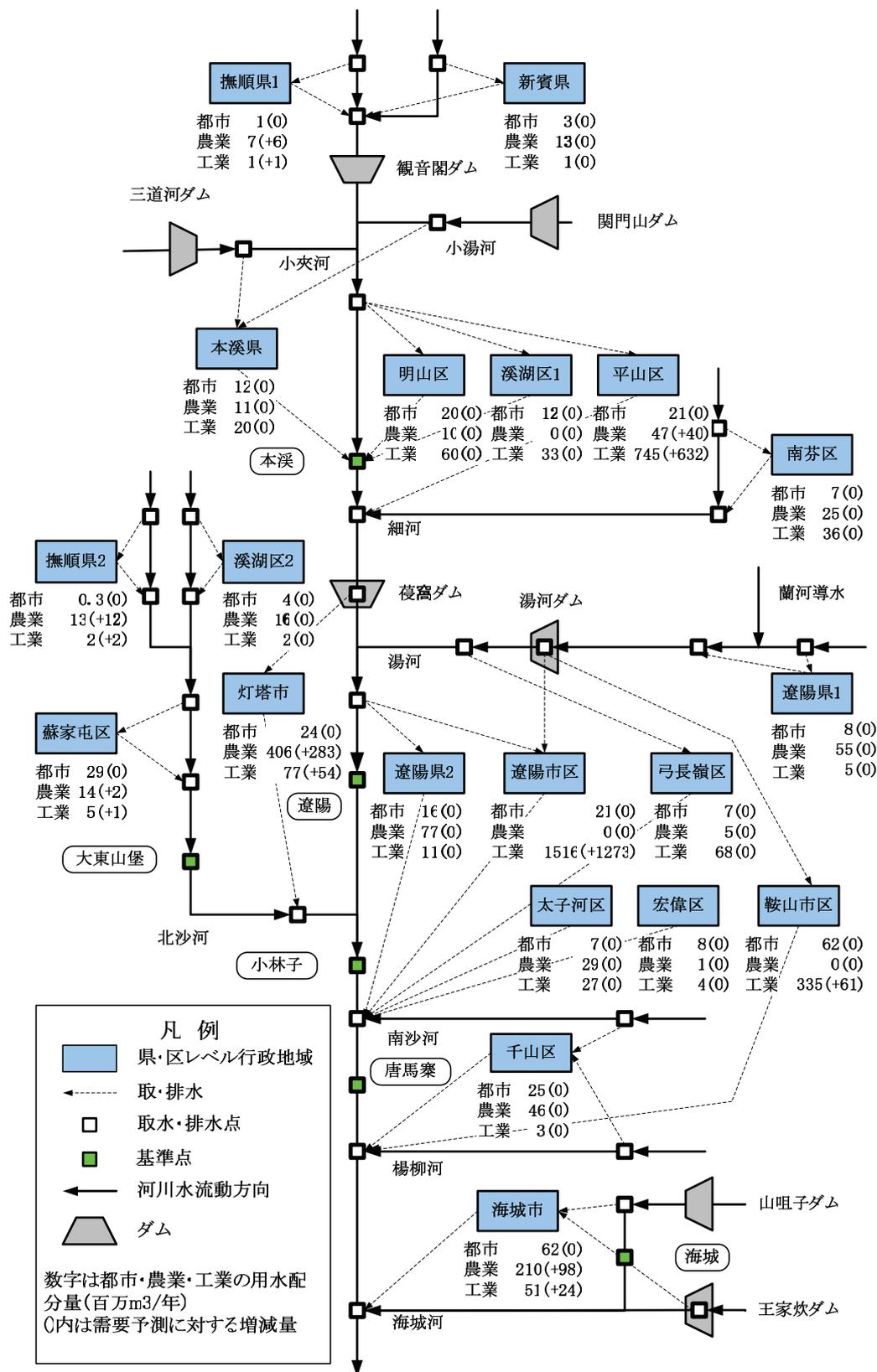
出典: JICA調査団

図 1.6.8 水資源の月別配分結果(用水転換シナリオ、灯塔市、遼陽市区)

配分結果の要点は次のとおりである。

- ・ 合理化事業の進捗と共に海城市・遼陽市区・平山区の余剰水量が増加する。2020年には遼陽市区では約200百万 m^3 /年、平山区では150百万 m^3 /年増加する。転用効果を示す。
- ・ 鞍山市区に対する余剰水の配分増加はほとんどない。現状の鞍山市の水源構成では合理化事業による余剰水の転用を受け入れることが難しい。
- ・ 水資源配分総量は現状水供給維持シナリオとほぼ等しい。

2020年における水資源の地域配分を図1.6.9に示した。



出典: JICA調査団

図 1.6.9 2020 年における水資源配分(用水転換シナリオ)

1.6.5 運用改善シナリオ

[シナリオの要点]

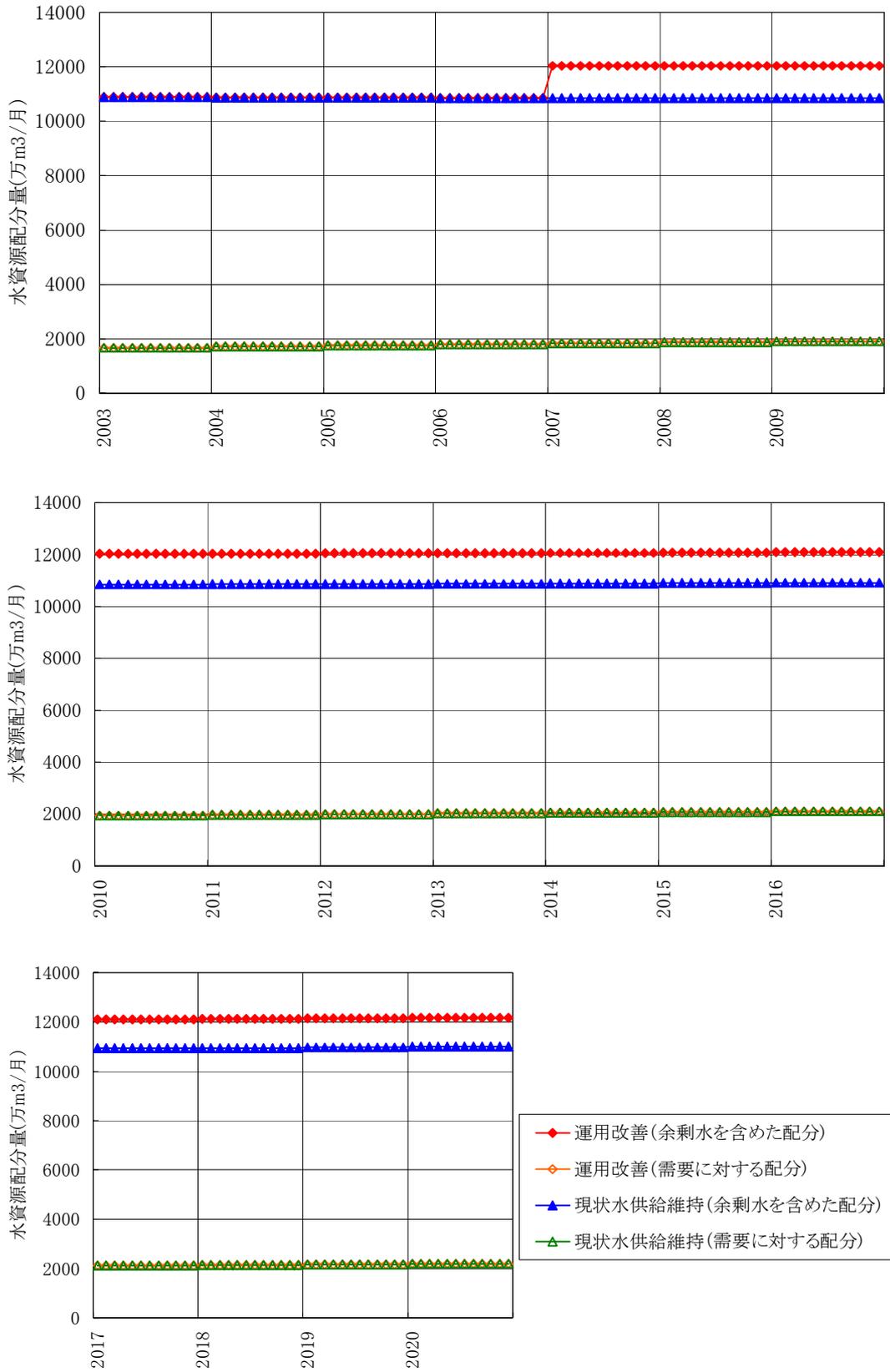
【背景】 既設ダム貯水池運用の見直しにより、新規開発水量の確保が可能である。

【目的】 蓼窩ダム操作分析を踏まえた非灌漑期放流量上限の引上げを想定して、水資源配分への効果を予測する。

【内容】 蓼窩ダムの非灌漑期における一定放流量は約 $3.0\text{m}^3/\text{s}$ (788 万 $\text{m}^3/\text{月}$) である。これに $4.5\text{m}^3/\text{s}$ (1,182 万 $\text{m}^3/\text{月}$) まで追加して放流可能とした。開始時期は 2007 年とした。

太子河流域の利水上重要な位置を占める蓼窩ダムをとりあげ、ダムからの非灌漑期の放流量上限を引き上げた場合を想定した。蓼窩ダムの非灌漑期における一定放流量は約 $3.0\text{m}^3/\text{s}$ (788 万 $\text{m}^3/\text{月}$) である。これに $4.5\text{m}^3/\text{s}$ (1,182 万 $\text{m}^3/\text{月}$) まで追加して放流可能とした。開始時期は 2007 年とした。

遼陽市区の水資源配分を図 1.6.10 に示した。運用改善の開始と共に、余剰水の配分量が追加放流量の 1,182 万 $\text{m}^3/\text{月}$ 分だけ増加する。ダムの貯水量には余裕があり、積極的な放流による効果が期待できることを示している。



出典: JICA調査団

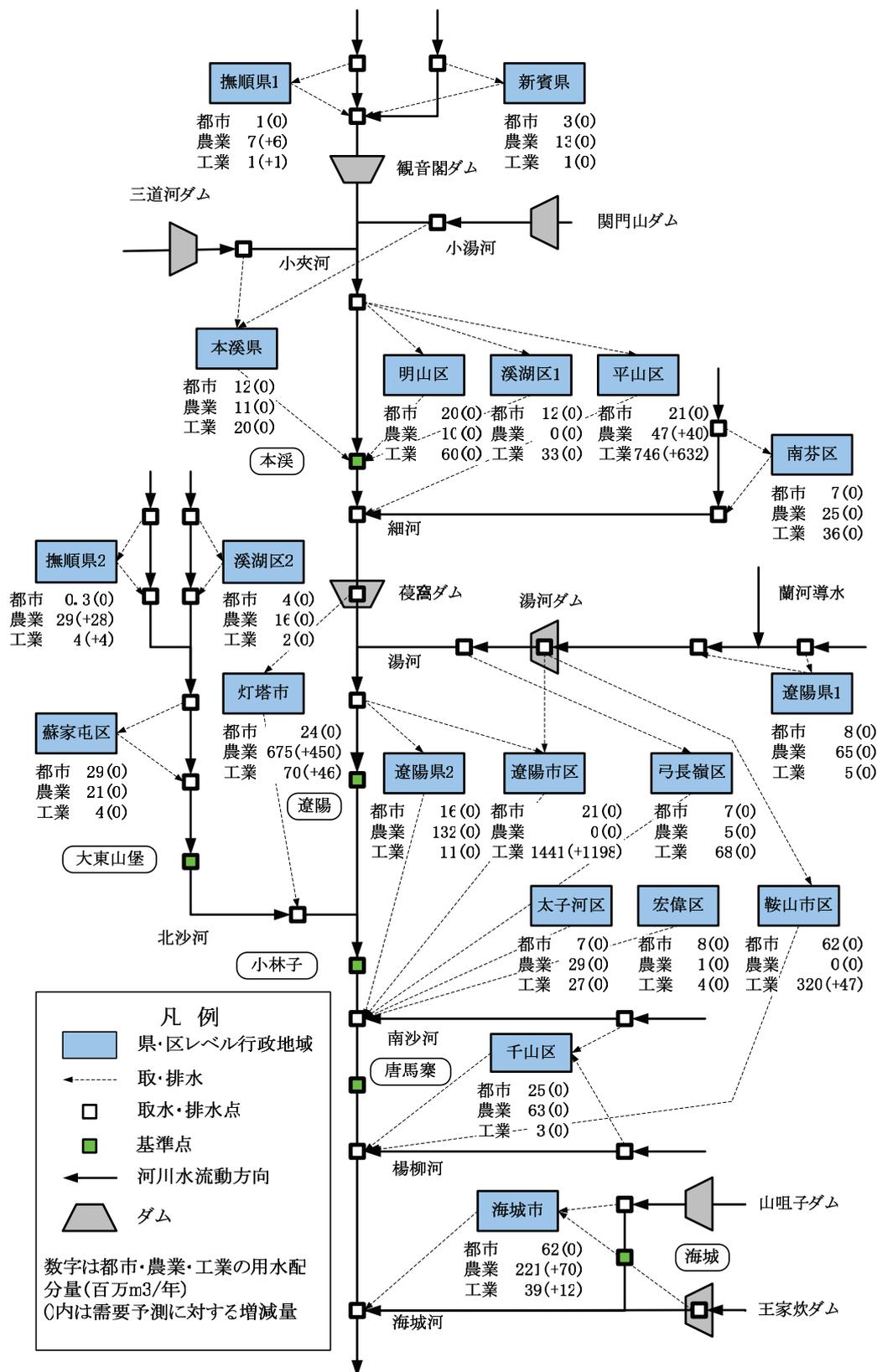
図 1.6.10 水資源の月別配分結果(運用改善シナリオ、遼陽市区)

配分結果の要点は次のとおりである。

運用改善対策の実施と共に遼陽市区・平山区の余剰水量が増加する。増加量は遼陽市区 140 百万 m^3 /年、平山区 240 百万 m^3 /年である。水資源配分総量は 46 億 m^3 /年であり、現状水供給維持シナリオと比べて 240 百万 m^3 /年増加する。ダム運用改善による効果が大きいことを意味する。なお平山区は葭窩ダム上流にあり、ダム操作の影響は受けないが、上流の観音閣ダムからの供水方法が最適化されたと解釈できる。

水資源配分総量は現状水供給維持シナリオと比べ 250 百万 m^3 /年増加する。

2020 年における水資源の地域配分を図 1.6.11 に示した。



出典: JICA調査団

図 1.6.11 2020 年における水資源配分(運用改善シナリオ)

1.6.6 統合シナリオ

[シナリオの要点]

【背景】水源環境保全2シナリオの検討では、地下水ブロック2から取水する地域における工業用水不足の発生が確認された。水不足に対する用水転換・運用改善シナリオで想定した対策を実施することにより、水不足の緩和が期待できる。

【目的】水源環境保全2シナリオで発生した工業用水不足に対する、用水転換・運用改善対策による改善効果を確認する。

【内容】水源環境保全2・用水転換・運用改善シナリオでの設定を組合せた。

水不足発生時の用水転換・運用改善の効果を把握するために、維持流量・地下水揚水削減・用水転換・運用改善の全てのオプションを同時に導入した場合を想定した。

用水転換・運用改善オプションの追加により、鞍山市区で15百万 m^3 /年の改善は見られるが、工業用水不足地域に対する緩和効果は極めて限定的である。2つのシナリオでの工業用水不足の状況を2020年時点で対比して、表1.6.4に示した。

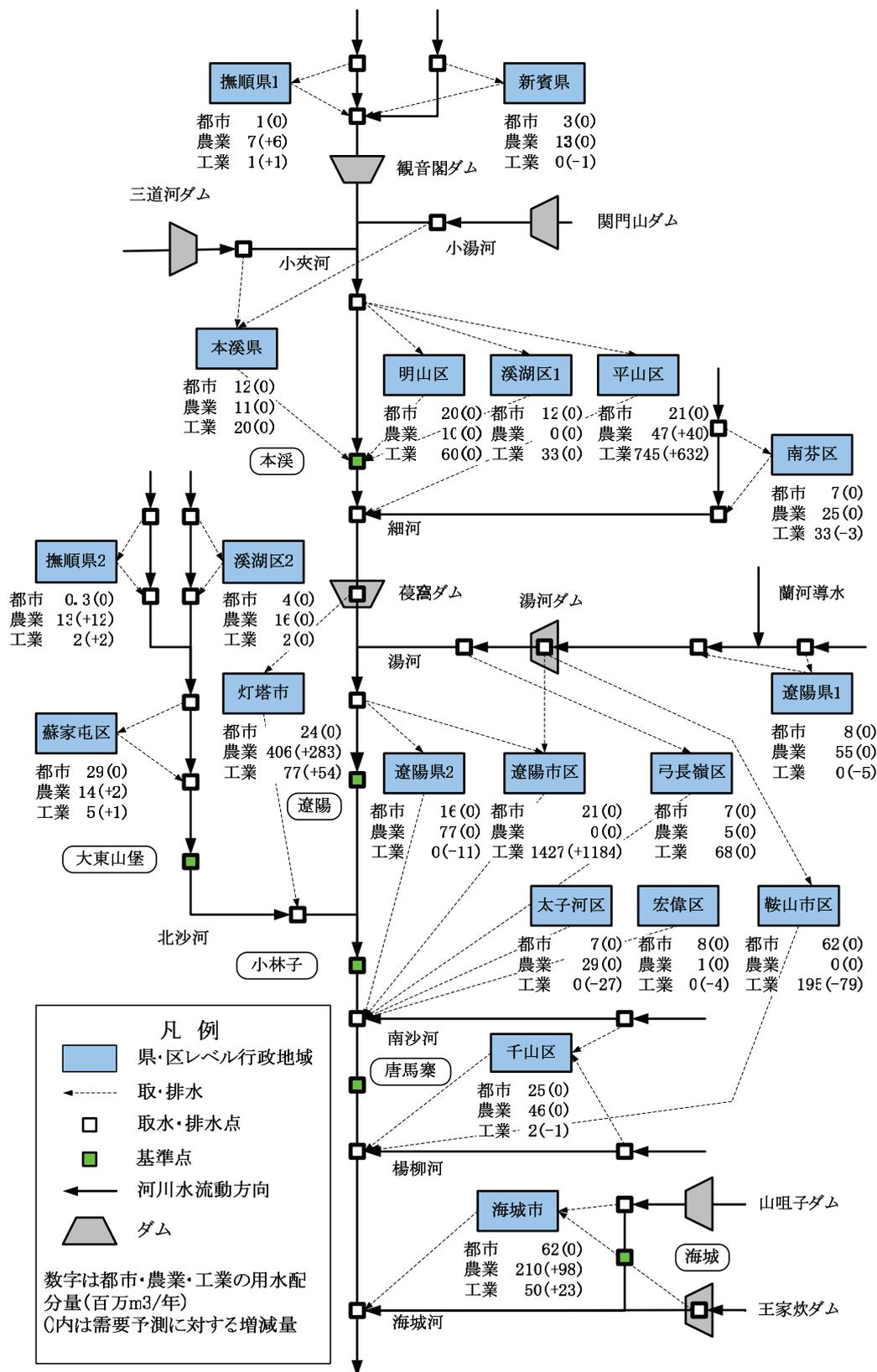
表 1.6.4 2つのシナリオにおける工業用水不足発生状況の対比

単位：万 m^3 /年

地域	水源環境保全2(A)	統合(B)	(B)-(A)
鞍山市区	9,371	7,899	-1,471
千山区	94	94	0
新賓満族自治県	122	122	0
南芬区	281	281	0
遼陽県1	521	521	0
遼陽県2	1,057	1,057	0
宏偉区	414	414	0
太子河区	2,739	2,739	0
合計	14,599	13,128	-1,471

他の地域の配分結果を見ると、海城市・平山区・遼陽市区などでは余剰水が増加している。工業用水不足の緩和には、表流水の利用を図る必要がある。

2020年における水資源の地域配分を図1.6.12に示した。



出典: JICA調査団

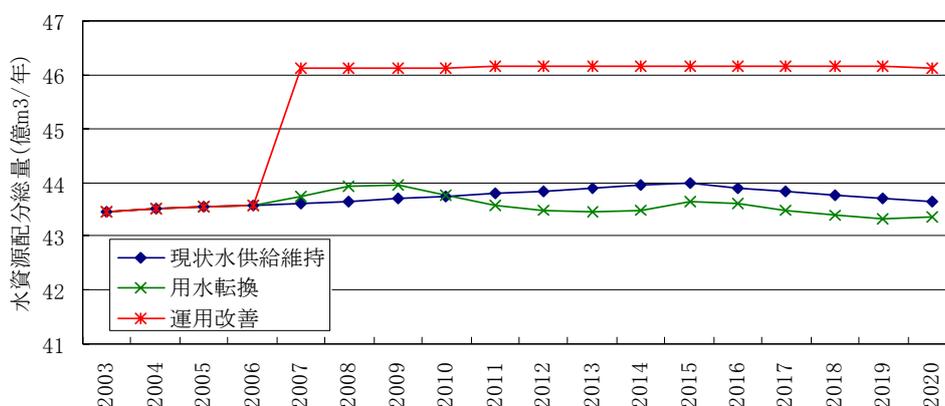
図 1.6.12 2020 年における水資源配分(統合シナリオ)

1.7 各シナリオによる水資源配分結果の対比

1.7.1 水資源配分総量

各地域・用途に対して配分された水資源の総合計を水資源配分総量と呼ぶことにする。この総量は太子河流域で実際に配分される水資源の総量である。

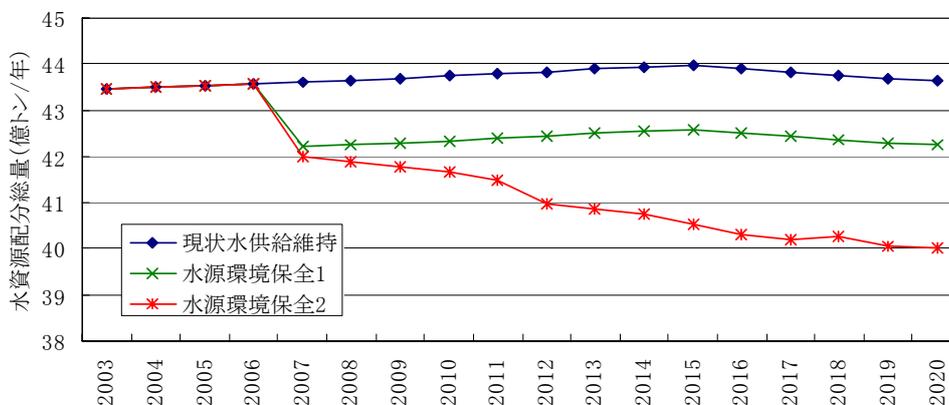
用水転換・運用改善・現状水供給維持の各シナリオの水資源配分総量を比較すると、総量の増大効果は運用改善シナリオが年間約 2 億 m³ 程度高い。ダム の 利 水 操 作 を 入 念 に 検 討 ・ 設 定 す る こと によ り、よ り 多 く の 対 象 へ の 水 供 給 が 可 能 で あ る。用 水 転 換 シ ナ リ オ によ る 水 資 源 配 分 総 量 は、現 状 水 供 給 維 持 シ ナ リ オ と 同 程 度 で あ る。ダ ム 操 作 の 改 善 が 重 要 で あ る こと を 示 唆 す る。3 シ ナ リ オ の 対 比 を 図 1.7.1 に 示 し た。



出典:JICA調査団

図 1.7.1 用水転換・運用改善・現状水供給維持シナリオの水資源配分総量

水源環境保全 1 (維持流量設定)・水源環境保全 2 (維持流量設定および地下水揚水削減)・現状水供給維持の各シナリオの水資源配分総量を比較すると、水源環境保全 2 での配分総量の減少が著しい。地下水に依存しない水源の確保が重要である。3 シナリオの対比を図 1.7.2 に示した。



出典:JICA調査団

図 1.7.2 水源環境保全 1・水源環境保全 2・現状水供給維持シナリオの水資源配分総量

1.7.2 水資源配分による経済効果

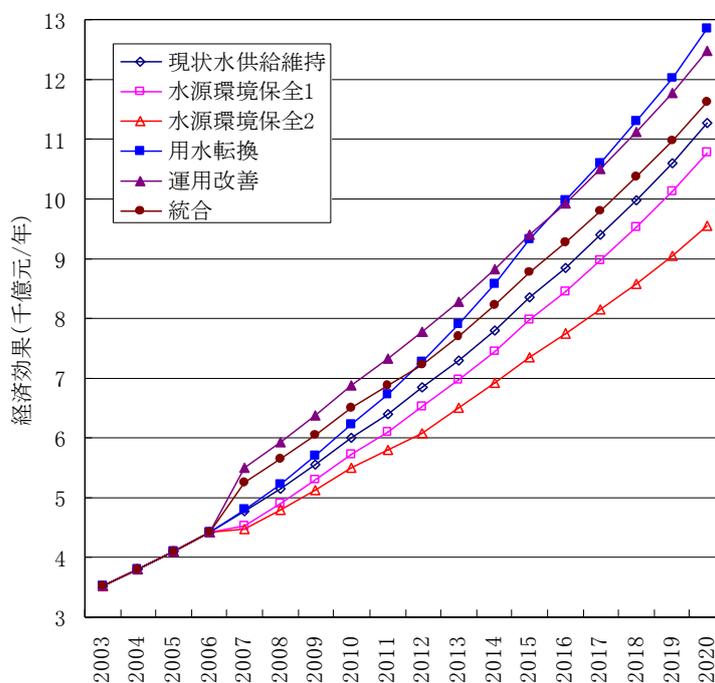
水資源配分の経済効果は、配分された余剰水を含む水資源量に、各用途の水量あたりの経済効果原単位を乗じることにより求めた。2020年における経済効果を表1.7.1に示した。

表 1.7.1 水資源配分による経済効果(2020年)

シナリオ	経済効果(億元/年)	平均伸び率(2003-2020)
用水転換	12,840	7.91%
運用改善	12,469	7.72%
統合	11,632	7.28%
現状水供給維持	11,275	7.09%
水源環境保全1	10,780	6.80%
水源環境保全2	9,547	6.04%

用水転換シナリオは運用改善シナリオと比べて、水資源配分総量の点では下回るが経済効果は上回る。水の利用効率の点で優れることを示す。

いずれのシナリオでも経済成長率は6%以上を確保する。遼寧省発展計画委員会が策定した「遼寧省小康社会建設構想」では2020年までのGDP伸び率を7.5%と想定している。この点を考慮すると、①用水転換、②運用改善の両シナリオは建設構想の目標を達成する有力な水資源配分政策である。また③統合は水源環境保護に配慮しつつ、GDP成長目標に近づくための政策オプションであると評価できる。各シナリオの経済効果の推移を図1.7.3に示した。



出典:JICA調査団

図 1.7.3 各シナリオの水資源配分による経済効果

1.8 結論

1.8.1 水資源配分検討のまとめ

太子河流域の水需要は、工業地域を中心として、2003年実績の18億8千万トンから2020年には20億8千万トンまで増加するものと予測されている。需要増加の中心は、地域的には鞍山・遼陽・本溪市の行政中心地域かつ主要工業地域であり、これらの地域への水供給の確保が、将来の流域全体の水需給バランス、ひいては地域経済発展の鍵である。

太子河流域の表流水と地下水の水資源利用モデルを構築して、将来の地域需要予測に対して、表流水と地下水による水資源配分を行った。なお河川流量は、中国の基準による1984年～2003年の20ヵ年第一渇水年である1985年の流出量データを採用した。

近年、遼寧省では生態環境保護の観点から、生態環境用水の導入を進めている。また、遼陽市首山水源地では地下水漏斗現象を解消するため、地下水涵養を目的とした地下水揚水削減の必要性が指摘されている。このような生態・地下水環境への配慮の立場から、維持流量・地下水揚水削減のオプションを追加設定して水資源配分を検討した。その結果、維持流量単独の追加設定（水源環境保全シナリオ1）は余剰水の減少効果をもたらすが、需要予測への配分を困難にする影響はない。一方、維持流量および地下水揚水削減の追加設定（水源環境保全シナリオ2）は鞍山市区を中心とする地下水への依存度が高い地域において、相当量の工業用水不足をもたらす可能性があることが示された。

灌漑用水の合理化に基づく用水転換、およびダム運用改善は、水需要増加に対応するための有力なオプションである。現状水供給が維持されるシナリオに対し、これらのオプションを追加設定して水資源配分を検討した結果、遼陽市区・本溪市平山区の工業地域において余剰水が追加的に配分される（用水転換シナリオ、運用改善シナリオ）。しかし流域の代表的な工業都市である鞍山市区では余剰水の増加はなかった。配分可能な表流水を増加するだけでは不十分である。

先に鞍山市区を中心とした地域で工業用水不足の発生が見られた維持流量・地下水揚水削減オプションに用水転換・運用改善オプションを追加設定して、工業用水不足の緩和効果を検討したが、その効果は極めて限定である。上記と同様に表流水の増加のみでは不十分と結論付けられた。

太子河流域の配分可能な水資源量は、現在の供水量レベルよりも高い水準にある。将来の需要増加に対して水供給を確保するためには、地下水を中心とした既存水源のみに依存した水源構成を改め、現時点では余剰水が極めて豊富な表流水を利用するための方策が必要である。

1.8.2 提言

遼寧省小康社会建設構想では、2020年の産業別GDP比率にて第2次・第3次産業を中心とした構成を提示している。太子河流域の経済発展には工業用水の確保が必要である。工業生産増による水需要増加に対応するためには、①再生水の利用向上、②河川水質回復、③農業用水の合理化・転用による供給増加が必要である。①については、統計資料を用いた分析によれば、太子河流域の製造業は、日本と比べても、既に高い水準の補給原単位を実現している。これ以上の大幅な原単位の向上は求められないものと判断される。したがって②と③への対応がポイントである。

今回の水資源配分分析でも明らかになったように、遼陽市区・本溪市平山区では現在の総水需要のおよそ5倍に達する表流水が余剰水として配分可能である。遼陽市区・本溪市は太子河本川に接しており、表流水への距離的なアクセスには問題はない。しかし遼陽市区では工業用水水源の約6割を地下水に依存している。これは葎窩ダム下流における水質状況（豊水期：Ⅲ類、渴水期：Ⅴ類）に起因する。まず②水質の回復（通年：Ⅲ類）が必要である。

③農業用水合理化・転用による効果は、水資源配分分析にて余剰水の追加的な配分として確認したように明らかである。

鞍山市区については、現状の水源構成のままでは、需要増に対応した水供給確保には限界がある。表流水の新規水源確保、遼陽市区と同様に②、③の検討を進めることが必要である。

今回の水資源配分分析では、地下水涵養を目的とした揚水削減を進めた場合に、工業用水が不足する状況がシミュレートされた。表流水の増加を念頭においた用水転換・運用改善オプション（③に相当）のみでは十分な水量を確保できなかった。ここでは解決策として、上記の①②を統合的に考慮したイメージを示す。①②③を統合的に考慮することが水資源配分の検討では重要である。イメージ図を図 1.7.4 に示した。増加は鞍山市区に対する新規導水に、回復は太子河区・宏偉区・遼陽県における表流水利用、再生は企業における回収率向上に対応する。

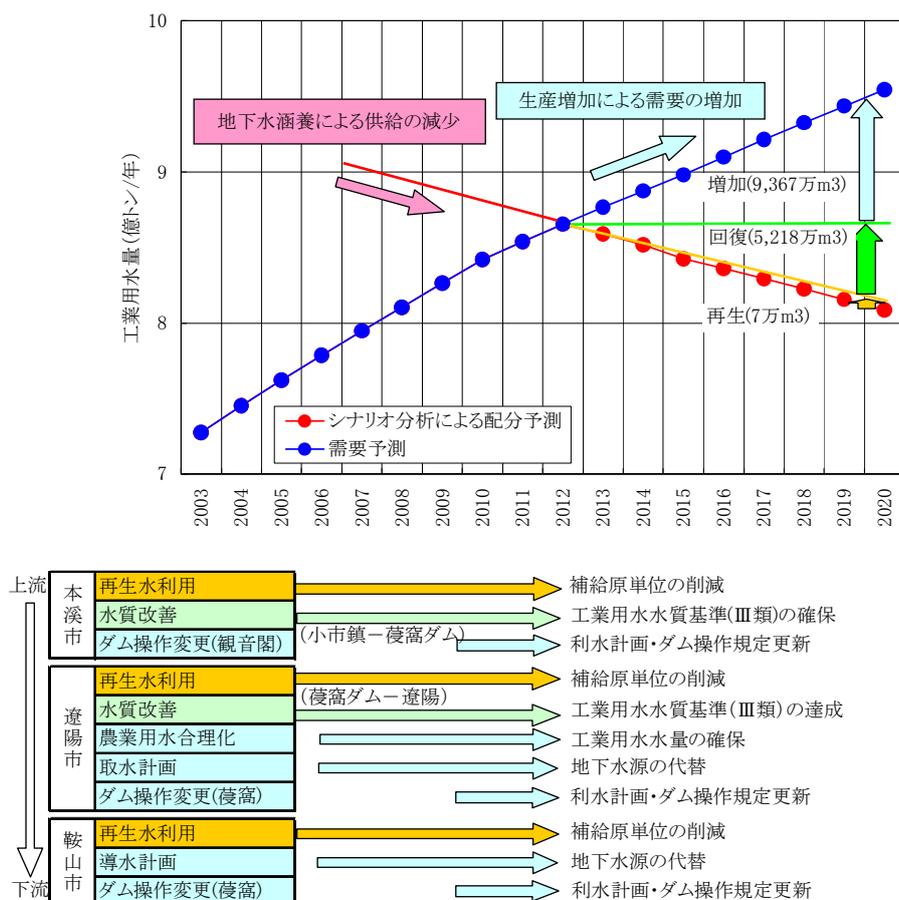


図 1.7.4 工業用水確保のための段階的な取り組みイメージ

第2章 水価格制度の検討

2.1 検討の背景

生活・工業・農業のいずれの用水の場合にしても、水価格が上昇すると、水の利用者には水料金の増大を抑えるために節水しようとする動機付けが働く。家庭・事務所などでは無駄な水の利用を抑える効果が期待できる。工場では節水型設備・プロセスの導入を促すことになる。また農業では、より灌漑効率が高い技術方式への移行が促進されることになる。

生活・工業・農業の各用水について、水価格制度の現状を踏まえつつ、水需要の価格弾性、導入への課題などについて検討した。

2.2 生活用水

2.2.1 水価格制度の現状

生活用水は、水道会社が供給する水道水と自家製の井戸水とに二分される。前者からは水料金が徴収され、後者からは水資源費が徴収される。水料金は、従量制（メータあり水道）と定額制（メータなし水道）とに分けられる。従量制料金を採用する水道は、都市部を中心に普及している。

水道水の価格は、水道会社が水利局に支払う水資源費、浄水等のコストおよび汚水処理費で構成される。太子河流域での金額は1m³あたり1.4元から2.0元である。

2.2.2 水需要の価格弾性

水需要の価格弾性とは、水価格が変化したときの、水需要の変化との関係を表す指標である。水需要の価格弾性は具体的には次式で表現される¹。

$$Q2 = Q1 \times (P2 / P1)^E \quad (\text{式 2.1})$$

ここでQ2：水価格変更後の消費量、Q1：水価格変更前の消費量、P2：変更後の水価格、P1：変更前の水価格、E：水需要の価格弾性である。

価格弾性がマイナスならば、水価格が上昇すると水需要が減少する、プラスではその逆に増大することを意味する。絶対値の大小は需要の変化の大小に対応する。北京市での分析事例では-0.24の値が示されている。

2.2.3 生活用水需要の価格弾性の検討方法

水価格が上昇したときに、利用者に節水の動機を与えるのは、水料金が使用量に応じて変動する場合、すなわち水料金が従量制である場合である。その他の場合には効果がない。

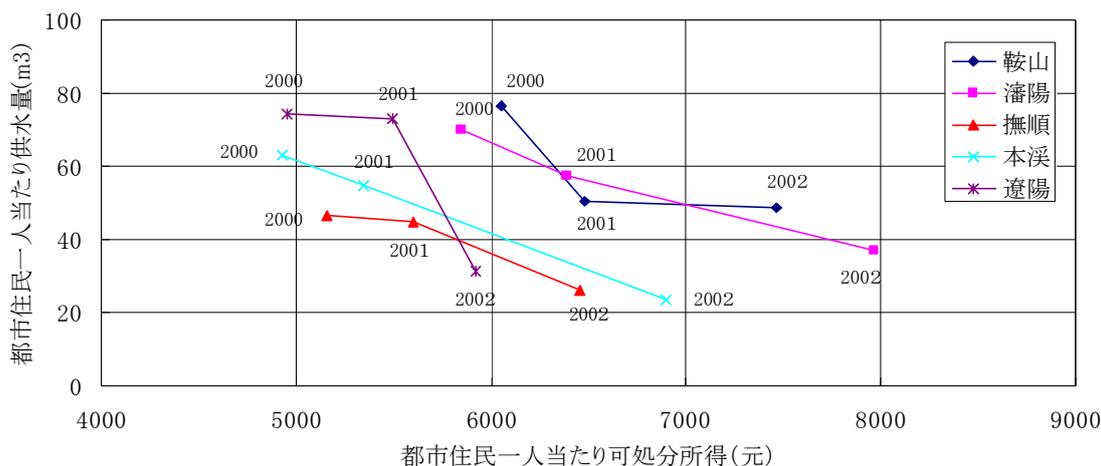
水需要の価格弾性を評価するには、水価格を実際に変更して使用量の変化を観測する方法が直接的であるが、現実的ではない。そこで代替的な方法として、従量制水道が普及している都市部

¹ Liu Shao, Water pricing towards sustainability of water resources : a case study in Beijing, Journal of Environmental Sciences, Vol.14, No.4, pp.518-523, 2002

における生活用水供水量・住民所得・水価格の関係を検討した。

2.2.4 都市部における供水量と所得の推移

経済成長と共に、個人所得が向上するに従い、利用者一人当たりの水使用量は増加すると推定される。しかし近年の太子河流域都市部の供水量と所得の関係は反対である。両者の関係を図2.2.1に示した。これは利用者個々の水利用とは別の要因、たとえばメータあり水道の普及、供水ロスの低減など、水道事業の整備進捗による影響が推察される。同一都市の時系列データによる価格弾性の分析は困難である。



出典: 中国城市統計年鑑・遼寧統計年鑑

図 2.2.1 都市住民の年間可処分所得と年供水量の推移

2.2.5 地域所得差に注目した水使用量の価格弾性検討

太子河流域の鞍山・瀋陽・撫順・本溪・遼陽の5都市の住民所得には地域差がある。所得が異なり、水価格が同じであることと、所得が同じで、水価格が異なることは、水需要に対する影響の点では類似であると考えられる。このような考え方に従い、5都市において水価格を所得で割り、単位所得あたりの水価格を求めた。この単位所得あたりの水価格と水の使用量との関係を分析して、価格弾性を評価した。

- ① 都市*i*ごとに水価格を可処分所得で割り、単位所得あたりの水価格 $P(i)$ を求める。生活用水の供水量を $Q(i)$ とする。
- ② 任意の2都市の $P(i) \cdot Q(i)$ 組合せを(式 4-2-1)の $Q2 \cdot Q1 \cdot P2 \cdot P1$ に入力して、等式を満たす E を算定する。

価格弾性の算定結果を表 2.2.1 に示した。

表 2.2.1 生活用水の価格弾性の算定結果

都市の組合せ		価格弾性値
都市 1	都市 2	
瀋陽	鞍山	4.373
瀋陽	撫順	-1.613
瀋陽	本溪	-3.109
瀋陽	遼陽	-0.548
鞍山	撫順	-4.304
鞍山	本溪	-9.266
鞍山	遼陽	-1.928
撫順	本溪	1.670
撫順	遼陽	2.009
本溪	遼陽	1.864
平均		-1.085

出典:JICA調査団

平均値である-1.085の場合、水価格が10%上昇すると、水使用量が9.1%減少することを意味する。この値は北京市での例よりやや絶対値が大きい。

生活用水の価格によるコントロールでは、従量制水道の普及が前提である。水道の利用者に対して不公平感を与えないことが大切である。また低所得者層の必要な水利用の障害とならないような配慮が必要である。

2.3 工業用水

2.3.1 水価格制度の現状

工業用水を自己開発した水源から取水する場合には水資源費、国家予算で建設した利水施設から給水を受ける場合には水費の支払いが必要である。現行の費用は、前者が表流水 0.11 元/m³、地下水 0.35 元/m³、後者が 0.52 元/m³である。

2.3.2 産業の節水可能性

水価格が上昇したときに、企業が節水を行うのは、水利用効率を改善する余地があることが前提となる。

工業用水の水利用効率は、①単位生産量あたりの総水量、②総水量に占める補給水の割合（回収率）で評価される。後者の回収率については流域5市の水準は、多くの業種で日本の現状水準と同じかそれ以上のレベルにある。日中の業種別の回収率を表 2.3.1 に示した。

表 2.3.1 回収率の日中対比

業種	瀋陽市	鞍山市	本溪市	遼陽市	撫順市	日本

食品加工業	62.9%	64.8%	59.8%	59.5%	72.1%	39.3%
食品製造業	47.8%	49.6%	45.0%	44.8%	56.2%	39.3%
飲料製造業	64.0%	65.9%	60.8%	60.6%	73.2%	19.4%
紡績業	47.8%	49.6%	45.0%	44.8%	56.2%	14.8%
紙・パルプ・紙製品業	53.3%	55.2%	50.4%	50.1%	62.1%	46.5%
石油化学・石炭工業	96.5%	97.0%		95.5%	99.1%	84.8%
化学原料・化学製品業	92.3%	93.3%	90.7%	90.6%	97.1%	84.8%
医薬品製造業	84.2%	85.8%	81.7%	81.5%	91.6%	84.8%
製鉄・鉄鋼加工業	92.9%	93.8%	91.3%	91.2%	97.4%	90.6%
一般機械工業	69.8%	71.8%	66.7%	66.5%	78.9%	67.8%
輸送機械工業	81.8%	83.4%	79.1%	78.9%	89.6%	92.6%

出典:JICA調査団、日本のデータは経済産業省「平成15年工業統計表 用地・用水編」より作成した。
中国側の回収率が高いものは着色した。

日本に比べて回収率が低い業種については、設備導入による回収率が可能である。工業用水価格を上昇させることは、企業に対してコスト削減のための設備更新および節水（回収率向上）を促す動機付けとなると考えられる。

回収率が全て日本の水準に達したと仮定した場合の、工業用水の削減効果を表 2.3.2 に示した。

表 2.3.2 回収率向上による工業用水削減効果

市	瀋陽市	鞍山市	本溪市	遼陽市	撫順市
2003 実績 (万 m ³)	21,017	23,682	17,166	26,134	18,557
削減量 (万 m ³)	300	6	15	22	2
削減率(%)	1.43%	0.03%	0.09%	0.08%	0.01%

太子河流域の主要都市である鞍山・本溪・遼陽における回収率向上による削減効果は0.1%にも満たない。日本と同レベルを指標とした回収率向上による用水削減効果はあまり期待できない。

工業用水の節減を進めるには、既存技術の導入だけでなく、新規の技術開発が必要である。従って、節水を目的とした水価格制度は、企業の節水技術開発への支援政策と並行して進める必要がある。

なお本検討では、中国産業の回収率が相当な水準にあるとの推計データに基づいて検討を進めたが、太子河流域では本溪市・遼陽市・海城市などで工場廃水による環境汚染が顕在化しており、回収率の高さとはやや矛盾する。規模以下工業など統計資料が少ない中小企業での回収率については改善の余地がある可能性がある。

2.4 農業用水

2.4.1 水価格制度の現状

農業用水を自己開発した水源から取水する場合には水資源費、国家予算で建設した利水施設か

ら給水を受ける場合には水費の支払いが必要である。現行の費用は、前者が表流水 0.001 元/m³、地下水 0.002 元/m³、後者が 0.05 元/m³である。

2.4.2 農業用水の価格水準

農業用水の水価格は、生活用水・工業用水と比べて、水資源費は約 100 の 1、水費では 10 分の 1 であり、極めて低い水準にある。水資源費・水費の対比を表 2.4.1 に示した。

表 2.4.1 水価格の対比

		水価格(元/m ³)				
		農業(A)	生活(B) ^(注)	工業(C)	比率(A)/(B)	比率(B)/(C)
水資源費	表流水	0.001	0.1	0.11	1%	0.9%
	地下水	0.002	0.2	0.35	1%	0.6%
水費		0.05	0.5	0.52	10%	9.6%

(注)生活用水の水道料金には水資源費または水費に、汚水処理費・加圧費が加算される。

2.4.3 農業用水の経済性

農業各分野の経済産出を、単位水量あたりに換算したものを、農業用水の経済産出原単位と呼ぶことにする。この数値が高いほど水の利用による経済効果は大きく、逆に低いほど経済効果は小さいことを意味する。

太子河流域各地域の農業用水の経済原単位は、工業用水のそれに比べて低い。特に農業用水の約 80% (遼寧省水資源管理年報 2003 年版) を占める水稻灌漑用水の原単位は 1 万元/万 m³程度であり、工業用水の約 100 分の 1 に過ぎない。農業用水の大半を占める原単位の対比を表 2.4.2 に示した。

表 2.4.2 太子河流域各地域の農業用水と工業用水の原単位

単位: 万元/万m³

		水稻	トウモロコシ	野菜	大型家畜	豚	羊	家禽	養殖	育苗	工業用水
瀋陽市	蘇家屯区	1.2	2.2	14.4	87.8	101.3	50.2	330.4	3.1	6.4	82.8
鞍山市	海城市	0.8	5.5	12.3	170.1	99.3	43.7	209.3	4.1	1.0	193.1
	鞍山市郊区	0.7	4.9	12.1	285.7	99.9	43.6	257.6	4.1	4.9	
	千山区	0.8	5.0	12.6	302.0	105.2	46.5	281.7	4.3	4.9	
撫順市	撫順県	1.3	0.9	6.8	111.1	130.3	81.7	252.0	21.1	2.1	89.3
	新賓県	1.0	0.7	48.8	92.9	132.9	29.6	199.6	38.1	0.4	
本溪市	本溪县	0.7	0.6	5.0	48.9	86.1	41.7	156.4	1.7	111.9	193.7
	平山区	0.6	0.6	5.4	266.5	148.2	56.2	218.2	9.6	1.8	
	溪湖区	0.6	0.5	7.1	271.1	122.6	57.9	182.2	5.1	3.0	
	明山区	0.6	0.8	11.1	148.5	154.0	85.8	281.2	8.0	3.0	
	南芬区	0.7	0.6	5.8	118.4	111.1	81.9	354.9	65.4	19.5	
遼陽市	遼陽県	0.9	1.5	4.6	67.6	78.7	35.0	144.0	12.4	2.1	69.1
	灯塔市	0.9	1.7	6.1	104.6	82.8	23.4	237.5	19.5	2.1	
	遼陽市郊区	1.0	1.5	7.1	139.4	124.4	152.4	183.8	-	11.0	
	宏偉区	1.0	1.5	7.1	139.4	124.4	152.4	183.8	-	11.0	
	弓長嶺区	0.8	2.0	3.9	138.3	136.7	306.7	313.9	-	32.8	
	太子河区	1.0	1.4	7.4	145.3	137.0	19.3	172.8	-	2.1	

-: データなし

出典: 遼寧統計年鑑 2003、中国環境年鑑 2003

2.4.4 農業用水価格の現状に対する評価

農業用水の80%を占める水稻灌漑用水に注目すると、水価格は工業用水よりも低い、経済原単位もほぼ同じ程度に低く、水利用による経済産出に応じた価格であると評価できる。

「三農問題」という言葉で知られているように、中国では農村の構造改善・農民の所得向上・農業生産の確保は重要な問題である。農業用水価格の上昇は、このように灌漑用水の経済性が低い状況では、農民所得に対して大きな悪影響を与えることが容易に予想できる。価格操作のみによる対策ではなく、灌漑効率の向上に関わる技術導入を積極的に進め、節水効果を具体化して、農民所得の向上を図ることがまず必要であるものと判断される。