

分野 H

山腹緑化計画

付属報告書  
分野H 山腹緑化計画文  
目次

	頁
H. 山腹緑化計画.....	H-1
1. 山腹緑化に関わる小江流域の現状 .....	H-1
1.1 土地利用の状況 .....	H-1
1.1.1 土地利用面積割合 .....	H-1
1.1.2 林地の分布 .....	H-2
1.1.3 傾斜農地の分布.....	H-2
1.2 土壌.....	H-3
1.2.1 既存資料による土壌特性.....	H-3
1.2.2 現地サンプリング調査による土壌調査結果 .....	H-6
1.3 森林の分布 .....	H-7
1.3.1 面的森林分布.....	H-7
1.3.2 標高別森林分布.....	H-8
1.4 造林の状況 .....	H-9
1.4.1 各区県における造林の状況 .....	H-9
1.4.2 造林の課題 .....	H-11
1.5 アンケート結果.....	H-11
1.5.1 林業全般 .....	H-12
1.5.2 退耕還林の状況.....	H-17
1.5.3 その他造林に関わる課題.....	H-20
1.5.4 棚畑化の問題.....	H-21
2. 小江流域全体の山腹緑化計画.....	H-23
2.1 計画策定方針.....	H-23
2.2 代表流域での山腹緑化計画 .....	H-23
2.2.1 造林及び山腹工の計画.....	H-24
2.2.2 農地の棚畑(田)化 .....	H-29
2.3 小江全流域での山腹緑化計画.....	H-30
2.3.1 造林及び山腹緑化工の計画策定.....	H-30
2.3.2 農地の棚畑(田)化 .....	H-31
2.3.3 山腹緑化(水系砂防)による生産土砂抑制効果 .....	H-32
2.3.4 山腹緑化(水系砂防)による経済的効果 .....	H-32
3. 優先流域での山腹緑化計画 .....	H-33
3.1 豆腐沟流域での山腹緑化計画.....	H-33

3.1.1	現状調査 .....	H-33
3.1.2	山腹緑化計画策定条件の設定 .....	H-39
3.1.3	計画策定 .....	H-42
3.2	乌龙河流域での山腹緑化計画 .....	H-46
3.2.1	現状調査 .....	H-46
3.2.2	山腹緑化計画策定条件の設定 .....	H-52
3.2.3	計画策定 .....	H-54
3.3	东川市街地流域での山腹緑化計画 .....	H-57
3.3.1	現状調査 .....	H-57
3.3.2	山腹緑化計画策定条件の設定 .....	H-64
3.3.3	計画策定 .....	H-66
3.4	桃家小河流域での山腹緑化計画 .....	H-69
3.4.1	現状調査 .....	H-69
3.4.2	山腹緑化計画策定条件の設定 .....	H-76
3.4.3	計画策定 .....	H-78

巻末付表

巻末付図

## 表一覧

表R H.1	小江流域土地利用の現状.....	H-1
表R H.2	林地用地の内訳(2001年時点).....	H-2
表R H.3	小江流域内傾斜農地の分布.....	H-3
表R H.4	小江流域内農地の標高別分布.....	H-3
表R H.5	土壌分類構成.....	H-4
表R H.6	各土壌養分表.....	H-4
表R H.7	地力等級別面積割合.....	H-4
表R H.8	標高別土壌分類.....	H-5
表R H.9	尋甸県土壌垂直分布や林型、樹種の特徴.....	H-5
表R H.10	各観測点土壌分級結果.....	H-6
表R H.11	林地種別ごとの樹種.....	H-8
表R H.12	標高別植林分布.....	H-8
表R H.13	林地面積・造林面積等.....	H-12
表R H.14	荒山草地に対する造林面積の設定.....	H-26
表R H.15	各標高の造林樹種.....	H-28
表R H.16	標高ごとの造林樹種割合.....	H-28
表R H.17	造林及び山腹工の対象面積.....	H-31
表R H.18	水系砂防対策による小江全流域年間生産土砂抑制量.....	H-32
表R H.19	水系砂防対策による堆積土砂及び流出土砂抑制量.....	H-32
表R H.20	代表流域の費用便益検討結果.....	H-33
表R H.21	ワークショップ開催場所及び参加者数.....	H-35
表R H.22	土地利用面積.....	H-37
表R H.23	標高別・角度別土地利用面積(単位:km <sup>2</sup> ).....	H-38
表R H.24	崩壊地面積(単位:1,000m <sup>2</sup> ).....	H-38
表R H.25	傾斜農地面積.....	H-39
表R H.26	造林対象面積の選定(単位:km <sup>2</sup> ).....	H-40
表R H.27	付帯施設設置基準.....	H-41
表R H.28	維持管理費.....	H-41
表R H.29	付属施設数量.....	H-43
表R H.30	崩壊地造林事業費.....	H-44
表R H.31	ガリー侵食対策事業費.....	H-44

表R H.32	ガリー侵食対策事業費 .....	H-45
表R H.33	棚畑(田)化事業費 .....	H-45
表R H.34	棚畑(田)化便益 .....	H-45
表R H.35	ワークショップ開催場所及び参加人数 .....	H-48
表R H.36	土地利用調査結果 .....	H-50
表R H.37	標高別傾斜別土地利用面積 .....	H-51
表R H.38	崩壊地面積(単位:1,000m <sup>2</sup> ) .....	H-51
表R H.39	傾斜農地面積.....	H-51
表R H.40	造林対象面積の選定(単位:km <sup>2</sup> ) .....	H-53
表R H.41	付帯施設数量.....	H-55
表R H.42	崩壊地対策事業費(造林+山腹工) .....	H-55
表R H.43	ガリー侵食対策事業費 .....	H-56
表R H.44	ガリー侵食対策効果及び便益 .....	H-56
表R H.45	棚畑(田)化事業費 .....	H-57
表R H.46	棚畑(田)化による便益 .....	H-57
表R H.47	ワークショップ場所及び参加人員 .....	H-60
表R H.48	土地利用面積及び割合 .....	H-62
表R H.49	標高別傾斜角度別土地利用面積割合(単位:km <sup>2</sup> ) .....	H-63
表R H.50	崩壊地面積 (単位:1,000m <sup>2</sup> ) .....	H-63
表R H.51	傾斜農地面積.....	H-64
表R H.52	造林対象面積 (単位:1000m <sup>2</sup> ).....	H-65
表R H.53	付帯施設数量.....	H-67
表R H.54	崩壊地造林事業費 .....	H-67
表R H.55	ガリー侵食対策事業費 .....	H-68
表R H.56	ガリー侵食対策事業費 .....	H-68
表R H.57	棚畑(田)化事業費 .....	H-69
表R H.58	棚畑(田)化便益 .....	H-69
表R H.59	ワークショップ開催場所及び参加人数 .....	H-72
表R H.60	土地利用面積.....	H-75
表R H.61	標高別傾斜角度別土地利用面積割合(単位:km <sup>2</sup> ) .....	H-75
表R H.62	崩壊地面積(単位:1,000m <sup>2</sup> ) .....	H-76
表R H.63	棚畑(田)化対象面積.....	H-76

表R H.64	造林対象面積の選定(単位:km <sup>2</sup> )	H-77
表R H.65	付帯施設数量	H-79
表R H.66	崩壊地対策事業費(造林+山腹工)	H-80
表R H.67	ガリー侵食地対策事業費(谷止め工)	H-80
表R H.68	ガリー侵食対策効果及び便益	H-81
表R H.69	棚畑(田)化事業費	H-81
表R H.70	棚畑(田)化便益	H-81

## 図一覧

図R H.1	各組の森林面積分布状況	H-12
図R H.2	各組の総世帯数	H-13
図R H.3	各組の林業世帯数	H-13
図R H.4	各組の林業収入割合	H-13
図R H.5	林地樹種の分布状況	H-14
図R H.6	造林樹種の分布状況	H-14
図R H.7	退耕還林樹種分布状況	H-14
図R H.8	封山育林樹種分布状況	H-14
図R H.9	生態林・経済林・薪炭林の現状割合	H-15
図R H.10	各組の林業収入割合	H-15
図R H.11	造林の実施資金源	H-15
図R H.12	維持管理機関	H-16
図R H.13	住民の造林参加形態	H-16
図R H.14	造林実施後の生育状況	H-16
図R H.15	生育の悪い理由	H-16
図R H.16	造林実施上の問題	H-16
図R H.17	退耕還林の実施記録	H-17
図R H.18	退耕還林の場所選定者	H-17
図R H.19	退耕還林樹種選定者	H-17
図R H.20	退耕還林補償実施状況	H-18
図R H.21	住民の生活変化	H-18
図R H.22	住民の収入変化	H-18

図R H.23	農業収入の変化 .....	H-18
図R H.24	住民の生活影響 .....	H-18
図R H.25	生活の見通し .....	H-19
図R H.26	生活見通し有り .....	H-19
図R H.27	生活見通しなし .....	H-19
図R H.28	荒地での植林 .....	H-19
図R H.29	植林されない理由 .....	H-19
図R H.30	造林の所有者 .....	H-20
図R H.31	造林に水手当てをしていない理由 .....	H-20
図R H.32	苗の入手方法 .....	H-20
図R H.33	経済林生産物の販売地 .....	H-21
図R H.34	利用エネルギー状況 .....	H-21
図R H.35	他のエネルギー利用状況 .....	H-21
図R H.36	住民の造林参加形態 .....	H-21
図R H.37	傾斜農地割合 .....	H-22
図R H.38	棚畑(田)化面積割合 .....	H-22
図R H.39	棚畑(田)化の資金源 .....	H-22
図R H.40	棚畑化面積費用関係 .....	H-22
図R H.41	栽培作物の変化 .....	H-22
図R H.42	栽培作物増加割合 .....	H-22
図R H.43	作業の変化 .....	H-23
図R H.44	その他の効果 .....	H-23
図R H.45	棚畑化すべき傾斜角度 .....	H-23
図R H.46	崩壊地斜面に対する山腹工法模式図 .....	H-29
図R H.47	傾斜農地の棚畑化 .....	H-30
図R H.48	樹種の分布 .....	H-33
図R H.49	造林樹種の内訳 .....	H-33
図R H.50	退耕還林造林樹種 .....	H-34
図R H.51	流域内樹種の分布 .....	H-46
図R H.52	造林樹種の内訳 .....	H-46
図R H.53	退耕還林造林樹種 .....	H-47
図R H.54	流域内樹種の分布 .....	H-58

図R H.55	造林樹種の分布 .....	H-58
図R H.56	退耕還林造林樹種 .....	H-59
図R H.57	桃家小河流域分布樹種 .....	H-70
図R H.58	造林樹種の分布 .....	H-70
図R H.59	退耕還林造林樹種 .....	H-71

### 巻末付表一覧

表 H.1	寻甸県土地利用割合 .....	T-H-1
表 H.2	寻甸県有林地面積 .....	T-H-1
表 H.3	会泽県土地利用割合 .....	T-H-2
表 H.4	会泽県有林地面積 .....	T-H-2
表 H.5	会泽県の小江流域内有林地面積 .....	T-H-2
表 H.6	土類の理化学特性 .....	T-H-3
表 H.7	土壌分析結果 .....	T-H-4
表 H.8	土壌分類 .....	T-H-4
表 H.9	土壌三相分析結果 .....	T-H-4
表 H.10	造林及び山腹緑化工対象面積 .....	T-H-5
表 H.11	造林単価表 .....	T-H-6
表 H.12	山腹工の単価 .....	T-H-6
表 H.13	造林費用の積算(代表流域) .....	T-H-7
表 H.14	ガリー侵食地(代表流域) .....	T-H-7
表 H.15	棚畑化工事費(代表流域) .....	T-H-7
表 H.16	造林費用の積算(小江全流域) .....	T-H-8
表 H.17	ガリー侵食地山腹工(小江全流域) .....	T-H-8
表 H.18	棚畑化工事費(小江全流域) .....	T-H-8
表 H.19	ワークショップ質問表 .....	T-H-9
表 H.20	造林樹種選定条件及び単価 .....	T-H-11
表 H.21	ブロックごと造林樹種及び造林面積(豆腐沟) .....	T-H-12
表 H.22	造林面積及び造林費用(豆腐沟) .....	T-H-13
表 H.23	付帯施設費用 .....	T-H-14

表 H.24	草地・半荒草地の造林による便益 .....	T-H-14
表 H.25	崩壊地造林樹種及び造林費用 .....	T-H-14
表 H.26	崩壊地の造林+山腹工に対する便益 .....	T-H-14
表 H.27	計画対象数量及び事業費 .....	T-H-15
表 H.28	便益のまとめ .....	T-H-15
表 H.29	ブロックごと造林樹種及び造林面積(乌龙河) .....	T-H-16
表 H.30	造林面積及び造林費用(乌龙河) .....	T-H-17
表 H.31	付帯施設費用 .....	T-H-18
表 H.32	草地・半荒草地の造林による便益 .....	T-H-18
表 H.33	崩壊地造林樹種及び造林費用 .....	T-H-18
表 H.34	崩壊地の造林+山腹工に対する便益 .....	T-H-18
表 H.35	計画対象数量及び事業費 .....	T-H-19
表 H.36	便益のまとめ .....	T-H-19
表 H.37	ブロックごと造林樹種及び造林面積(东川市街地) .....	T-H-20
表 H.38	造林面積及び造林費用(东川市街地) .....	T-H-21
表 H.39	付帯施設費用 .....	T-H-22
表 H.40	草地・半荒草地の造林による便益 .....	T-H-22
表 H.41	崩壊地造林樹種及び造林費用 .....	T-H-22
表 H.42	崩壊地の造林+山腹工に対する便益 .....	T-H-22
表 H.43	計画対象数量及び事業費 .....	T-H-23
表 H.44	便益のまとめ .....	T-H-23
表 H.45	ブロックごと造林樹種及び造林面積(桃家小河) .....	T-H-24
表 H.46	造林面積及び造林費用(桃家小河) .....	T-H-25
表 H.47	付帯施設費用 .....	T-H-26
表 H.48	草地・半荒草地の造林による便益 .....	T-H-26
表 H.49	崩壊地造林樹種及び造林費用 .....	T-H-26
表 H.50	崩壊地の造林+山腹工に対する便益 .....	T-H-26
表 H.51	計画対象数量及び事業費 .....	T-H-27
表 H.52	便益のまとめ .....	T-H-27

## 卷末付図一覧

図 H.1	土壌分析資料採取位置図 .....	F-H-1
図 H.2	东川市志標高別土壌分類と現地調査結果比較 .....	F-H-2
図 H.3	土壌 3 相分析結果.....	F-H-3
図 H.4	土壌粒度分布 .....	F-H-4
図 H.5	东川区森林分布図.....	F-H-5
図 H.6	豆腐沟流域小組アンケート結果.....	F-H-6
図 H.7	豆腐沟流域ワークショップアンケート調査結果.....	F-H-9
図 H.8	谷止め工標準図及び工事費.....	F-H-10
図 H.9	豆腐沟流域土地利用図 .....	F-H-11
図 H.10	豆腐沟流域地形分類図 .....	F-H-12
図 H.11	豆腐沟流域崩壊地及びガリー位置図 .....	F-H-13
図 H.12	豆腐沟流域造林対象地域ブロック分け図.....	F-H-14
図 H.13	豆腐沟流域棚畑(田)化対象地域位置図 .....	F-H-15
図 H.14	乌龙河流域小組アンケート結果.....	F-H-16
図 H.15	乌龙河流域ワークショップアンケート結果 .....	F-H-21
図 H.16	乌龙河流域土地利用図 .....	F-H-22
図 H.17	乌龙河流域地形分類図 .....	F-H-23
図 H.18	乌龙河流域崩壊地及びガリー位置図 .....	F-H-24
図 H.19	乌龙河流域造林対象地域ブロック分け図.....	F-H-25
図 H.20	乌龙河流域棚畑(田)化対象地域位置図 .....	F-H-26
図 H.21	东川市街地流域小組アンケート結果 .....	F-H-27
図 H.22	东川市街地流域ワークショップアンケート結果.....	F-H-32
図 H.23	东川市街地流域土地利用図.....	F-H-33
図 H.24	东川市街地流域地形分類図.....	F-H-34
図 H.25	东川市街地流域崩壊地及びガリー位置図 .....	F-H-35
図 H.26	东川市街地流域造林対象地域ブロック分け図 .....	F-H-36
図 H.27	东川市街地流域棚畑(田)化対象地域位置図.....	F-H-37
図 H.28	桃家小河流域小組アンケート結果 .....	F-H-38
図 H.29	桃家小河流域ワークショップアンケート結果.....	F-H-43
図 H.30	桃家小河流域土地利用図.....	F-H-44
図 H.31	桃家小河流域地形分類図.....	F-H-45

図 H.32	桃家小河流域崩壊地及びガリー位置図.....	F-H-46
図 H.33	桃家小河流域造林対象地域ブロック分け図 .....	F-H-47
図 H.34	桃家小河流域棚畑(田)化対象地域位置図.....	F-H-48

## H. 山腹緑化計画

### 1. 山腹緑化に関わる小江流域の現状

#### 1.1 土地利用の状況

##### 1.1.1 土地利用面積割合

土地利用については会澤県、寻甸県の土地資源局から提供を受けた郷鎮別データおよび「东川区総合農業区画」から抜粋した东川区全体の土地利用面積表をもとに、小江流域に関わる土地利用として下表のように整理した。この土地利用別面積は各行政区単位になっているため、全体としては4,844 km<sup>2</sup>と小江流域3,058km<sup>2</sup>に比べかなり大きくなっているが、小江流域の大よその土地利用特性は充分理解できると考えられる。

表 R H.1 小江流域土地利用の現状

土地利用項目		东川区		会澤県		寻甸県		合計	
		(km <sup>2</sup> )	(%)						
耕地	水田	35	1.9	51	3.6	44	2.9	130	2.7
	畑	157	8.4	306	21.3	394	25.4	857	17.7
	その他	142	7.7	8	0.6	1	0.1	151	3.1
	小計	334	18.0	366	25.4	439	28.3	1,139	23.5
林地	有林地	121	6.6	261	18.2	569	36.7	951	19.6
	灌木林地	123	6.7	9	0.6	164	10.6	296	6.1
	その他	69	3.6	279	19.3	32	2.0	380	7.8
	小計	313	16.9	549	38.1	764	49.3	1,626	33.6
荒山草地		931	50.2	282	19.6	36	2.3	1,249	25.8
居住地		19	1.0	23	1.6	29	1.9	71	1.5
工鉱業用地		24	1.3	4	0.3	2	0.2	30	0.6
交通用地		8	0.5	3	0.2	5	0.3	16	0.3
水域		11	0.6	29	2.0	3	0.2	43	0.9
未利用地		214	11.5	78	5.4	166	10.7	458	9.5
その他		1	0.0	105	7.4	105	6.8	211	4.3
合計		1857	100.0	1,438	100.0	1,549	100.0	4,844	100.0

注) 东川区は全区の集計地、会澤県は娜姑鎮、金钟鎮、大海郷、车骂郷の4郷鎮の集計地、寻甸県は金所、六硝、风仪、金源、甸沙、巧山郷の6郷の集計値。  
东川区の値は「东川区総合農業区画」より抜粋した1989年の土地利用。会澤県および寻甸県の値はそれぞれの土地資源局から提供を受けた2003年の土地利用。

上表によると、林地、荒山草地、および耕地で全体の80%以上を占める。林地が最も大きく全体の34%を占め、この林地のうち灌木を含めた有林地は25%である(林業局は別の定義による林地に関するデータを持っており、林地の詳しいデータについては後述する)。耕地において水田は少なく3%弱で、大部分が山腹斜面での畑作となっている。また流域の荒廃を裏付けするように、荒山草地が26%も占めている。

## 1.1.2 林地の分布

### 1) 东川区の林地分布

东川区域全体面積約 2,800 千畝 (1,874km<sup>2</sup>) のうち 2001 年時点調査での林地用地は約 1,500 千畝 (1,000 km<sup>2</sup>) で、その内訳は下表に示す通りである。

表 R H.2 林地用地の内訳 (2001 年時点)

年次	林地用地		林地種別面積(千畝)						森林被覆率(%)		
	面積(千畝)	割合(%)	有林地	疏林地	灌木林地	未成林造林地	苗圃地	若林地	有林地	灌木地	計
1985	1,085	38.5	187.2	94.8	188.1	1.4	0.3	614.1	6.6	6.7	13.3
1990	1,269	45.0	191.3	91.8	221.1	39.8	0.3	725.0	6.8	7.8	14.6
1995	1,137	40.5	350.3	24.9	247.4	129.5	0.1	384.9	12.5	8.8	21.3
2001	1,506	53.6	555.0	4.5	340.8	29.7	-	575.7	19.8	12.1	31.9

出典：东川区林業局

(尚、この森林分布調査は 2004 年にも実施される予定になっており、その結果が出るのは 2005 年末頃とされているが、本調査の取りまとめには間にあわなかった。)

### 2) 寻甸県の林地分布

寻甸県での森林分布について、寻甸県林業局からは东川区のように整理されたものを入手することはでき無かったが、2001 年時点では寻甸県の森林の占有率は 1997 年の 27.3%から 31.7%に上昇しているようである。また寻甸県で小江流域に関わる 4 郷鎮の土地利用割合 (国土資源局による) 及び林地面積については表 H.1 及び H.2 のようになっている。

### 3) 会泽県

会泽県について、同県林業局報告「会泽県の森林資源及び伐採の現状」(2000 年)によると県の土地総面積は、8,826 (千畝) あり、そのうち林業用地面積は 4,919 (千畝) で総面積の 55.7%を占めている。この林業用地の中で有林地面積は 3,983 (千畝) と林業用地面積の 81%に及んでいる。この会泽県で特に小江に関わると考えられる下記の 4 郷の土地利用割合 (国土資源局による) 及び林有地面積 (林業局報告による) の内訳は表 H.3 及び H.4 に示す通りであり、さらに会泽県の内、小江流域だけを取り出したものを表 H.5 に示す。

## 1.1.3 傾斜農地の分布

山腹緑化の対象として、基本的には荒地草地等の傾斜地での造林が主体になるが、本調査では水土保持対策の一環として、傾斜農地の棚畑化についても検討を行っている。この傾斜農地の分布については、林地のように特にまとまった情報は得られていないが、衛星画像及び 5 万分の 1 地形図等から得られた情報を基に取りまとめると以下のようになる：

表 R H. 3 小江流域内傾斜農地の分布 (単位 : km<sup>2</sup>)

行政区 名称	傾斜角度 (小江流域内)					合計
	0-6°	6-15°	15-25°	25-45°	45°以上	
东川区	56.6	154.3	172.7	92.6	0.1	476.3
寻甸県	123.8	264.6	1393	21.5	0.0	549.2
会泽県	49.1	54.9	54.7	38.7	0.0	197.5
合計	223.5	464.8	1610.4	132.8	0.1	1,223.0

但し、この傾斜農地のうち既に棚畑化されている農地もかなり存在する。その割合は後述するアンケート結果からみるとほぼ 25%程度になっている。

また、参考のためにこれら農地の標高別分布についても、上記にあるように衛星画像及び 5 万分の 1 地形図用いて取りまとめた結果は以下のようである。

表 R H. 4 小江流域内農地の標高別分布 (単位 : km<sup>2</sup>)

行政区 名称	傾斜角度 (小江流域内)					合計
	1500m 未満	1500-2400m	2400-3000m	3000-3500m	3500m 以上	
东川区	96.3	299.5	77.6	2.8	0.0	476.3
寻甸県	0.1	329.2	219.3	0.6	0.0	549.2
会泽県	12.7	117.5	59.6	7.7	0.0	197.5
合計	109.1	746.2	356.5	11.1	0	1,223.0

## 1. 2 土壌

当流域の土壌の特性について、既存資料および今回調査で行った土壌調査結果の 2 つの観点から述べる。

### 1. 2. 1 既存資料による土壌特性

当流域の土壌特性をまとめたものとして、东川市志、会泽県志などの資料がある。これら資料によると当流域の土壌特性として次のことがあげられている。

#### 1) 东川区の土壌特性

##### a) 土壌分類構成

东川市志によれば、东川区域の土壌は以下の表に示すように、計 10 土類、23 亜類、45 土属、62 土種からなっている。土類の基本的理化学特性について巻末の表 H. 6 にまとめる。

表 R H.5 土壌分類構成

土類	亜類	土属	土種	面積(千畝)	面積(%)
燥紅土	1	1	8	170	7.1
水稻土	4	9	10	53	2.4
紅壤	4	10	17	1,084	47.9
沖積土	1	2	4	87	3.9
石灰岩土	3	3	3	166	7.4
紫色土	3	3	7	72	3.2
黄褐色壤	2	6	3	183	8.0
褐色壤	3	8	1	229	10.1
暗褐色壤	1	2		37	1.6
亜高山野原土	1	1		189	8.4

出典：东川市志

## b) 东川区土壌に含まれる栄養分

上記の各土類に対する全区耕地の農作層栄養分は下表のようになっており、その実測平均値は PH6.7 で、有機質 2.48%、アルカリ溶解窒素 122ppm、溶解リン 9.6ppm、溶解カリは 97.9ppm である。

表 R H.6 各土壌養分表

土類	PH 値	有機質(%)	可給態窒素含有量(PPM)	可給態リン(PPM)	可給態カリ(PPM)
燥紅土	7.6	1.36	121.3	25.4	161.3
水稻土	7.4	1.75	132.9	10.8	19.6
紅壤	6.0	2.40	146.0	7.6	213.9
沖積土	8.3	1.35	63.7	10.1	89.2
石灰岩土	7.9	3.10	140.5	15.7	190.4
紫色土	5.8	2.29	178.0	7.1	157.0
黄褐色壤	5.6	4.80	295.2	10.1	211.8
褐色壤	5.5	4.91	325.7	12.9	214.1
平均	6.7	2.48	122.0	9.6	97.9

出典：东川市志

全区の土地を地力によって 8 級に分けて示すと、当区の土地の割合は下記の表のようになっている：

表 R H.7 地力等級別面積割合

級	1	2	3	4	5	6	7	8
面積割合(%)	1.19	1.66	7.93	3.58	26.14	25.14	24.17	10.19

このうち地力の割合高い耕地は 1 級～3 級で総面積の 10.8% を占めており、耕地・非耕地が入り混じる 4 級は 3.58%、地力が貧弱で非耕地である 5～8 級は総面積の 85.6% を占めている。この原因の一つとして、風雨によ

る侵食で地力が劣化している一方で農地での有機肥料の使用が少なく化学肥料で地力を補ってきたことがあげられる。

地帯性土壌は海拔によって、その縦的な分布の違いははっきりしており基本的には以下のように分類できる。

表 R H.8 標高別土壌分類

標高 (海拔)	土壌分類	主要樹種
1500m以下	燥紅土	ユーカリ、銀合歡、劍麻
1500-1700m	褐紅壤	キワタノキ、ユーカリ、紅椿
1700-2200m	紅壤	馬桑、金糸桃、銀木荷、云南松
2200-2550m	黄紅壤	云南松、華山松、云南油杉、牛筋条
2550-2900m	黄褐色壤	云南松、高山松、云南油杉
2900-3500m	褐色壤、暗褐色壤	高山松、泡花樹、化香、ヤダケ
3300 以上	亜高山野原土	野古草、羊茅短柄草、高山鳶

出典：东川市志

## 2) 寻甸県の土壌

寻甸県の土壌分類としては計 10 土類、15 亜類、36 土属、71 土種ある。主な土壌のタイプは山地紅壤、黄褐色土壌、褐色土壌などで、主な土種は水稻土、高山草原土などである。また、これら土壌の PH 値は 5.8-7.8 である。

寻甸県も他の东川区、会泽県と同様、土壌の分布は垂直方向に沿う区分がはっきりしている（下表参照）。

表 R H.9 寻甸県土壌垂直分布や林型、樹種の特徴

海拔高度(m)	代表的な土壌	主要樹種
1500 以下	水稻土	暖温性針広葉混交林帯、云南松、旱冬瓜
1500-2300	山原紅壤	低中高さの山の車桑子、馬桑など
2300-2700	山地黄褐色壤	云南松、華山松、油杉、黄杉、旱冬瓜
2500-3100	褐色壤	華山松、旱冬瓜、青岡など
2900-3100	暗褐色壤	刺櫟、楮櫟、ヤダケ、堅葉低い灌叢
2800-3300	亜高山草原土	ツツジ、低刺櫟、羊茅、牛毛草、翻白草、冷蕨など草原植物

出典：寻甸県農業局

## 3) 会泽県志による土壌特性

### a) 土壌分類構成

会泽県志によると、1984 年に土壌全面調査を行っており、その結果から、当地域に含まれる土壌は、亜高山野原土、褐色壤、紅壤、燥紅土、紫色土、石灰岩土、沖積土、沼沢土、草甸土、水稻土、黄褐色壤など 11 土類、24 亜類、54 土属、97 土種があることが明らかになっている。

このうち褐色壤、紅壤、紫色土の土類の面積は計 5,114 平方キロメートルで、全県土壌の面積の 90.9%を占める。耕地面積は計 795.7 平方キロメートルあり、全県の畑の 85.7%である。その三類の土類の中、粗骨性土は 50.8%を占める。これは会泽県で土壌流失が厳しく、農産物の生産高の低い主要原因の一つになっている。

b) 標高別土壌分布

土壌の種類は地形の高さに沿って明確に分布している。 海拔 1,100m 以下は燥紅土、海拔 1,100-1,700m は褐紅壤亜類、海拔 1,700-2,300m は紅壤、海拔 2,300-2,600m は黄褐色壤、海拔 2,600-3,200m は褐色壤、海拔 3,200m 以上は亜高山野原土である。

c) 土壌の化学的特性

当地区土壌の科学的特性として、全般に有機質の含有量は高いが、転化率は低い。それに自然土の有機質含有量は耕地に比べて高い。自然土の含有量は 6.4% で、耕地は 3.9% である。有機質含有量の一番高いのは亜高山野原土で、次は褐色壤で、あとは黄褐色壤である。自然土含有量のもう一つの特徴は海拔高度の増加に従って増えていることがあげられる。炭と窒素の比率 (C/N) は耕地より自然土の方が大きく、やはり海拔高度の増加に従って増えている。海拔 2,700m 以上の山地では野原植生が森林植生に置き代わり、その蓄積が分解より大きいため、その比率が高く、鉱物質化率は低くなっている。しかし、一部海拔の低い、気温のわりに高い、紅壤や紫色土の所では農耕ための肥料使用がアンバランスなため、有機質含有量はそれほど高くない。

1.2.2 現地サンプリング調査による土壌調査結果

本調査では主に 4 つの優先流域を対象に土壌の現地サンプリング調査を行った。調査地点及び調査結果をそれぞれ表 H.7、H.8、H.9 および図 H.1、H.2、H.3、H.4 に示す。また得られた各土壌類型の平均含有量は、「全国第二次土壌調査養分分級標準分級」を用いて分級すると次の表のようになる。

表 R H.10 各観測点土壌分級結果

成分	級	含有量	流域及び観測点番号			
			豆腐沟	东川市街地	乌龙沟	桃家小河
有機質含有量	I	4%以上		D35		D47
	II	3-4%	D32	D38		D31、D42
	III	2-3%		D39		D49
	IV、V	2%以下	D10、D24、D21、D19	D41、D34	D28、D46、D43、D44、D23	D50
可給態窒素含有量	I	150mg/Kg 以上		D41		D47
	II	120-150mg/Kg		D38、D35		D42、D31
	III	90-120mg/Kg		D39		
	IV、V	90mg/Kg 以下	D32、D10、D24、D21、D19	D34	D28、D46、D43、D44、D23	D50、D49
可給態リン含有量	I	40mg/Kg 以上				
	II	20-40mg/Kg				
	III	10-20mg/Kg				
	IV、V	10mg/Kg 以下	D32、D10、D24、D21、D19	D34、D35、D38、D39、D41	D28、D46、D43、D44、D23	D31、D50、D47、D42、D49
可給態カリ含有量	I	200mg/Kg 以上		D35	D28	
	II	150-200mg/Kg	D10、D24	D39	D44	
	III	100-150mg/Kg	D19	D34	D43	
	IV、V	100mg/Kg 以下	D32、D21	D38、D41	D46、D23	D31、D50、D47、D42、D49

以上の結果から次のことが言える。

- (a) 今回調査で得られた土壌のほとんどは褐色土、黄・紅褐色類が主なものである。(表 H.7 参照)
- (b) 溪流別にみると、豆腐沟は黄もしくは紅褐色土類、东川市街地域は紅・褐色・黄褐色、乌龙沟が紅褐色、桃家小河が紅・黄褐色・褐色となっている。(表 H.7 参照)
- (c) 东川市志で記述されている、標高と土類の関係を今回の調査結果を対比したものを図 H.2 に示す。これからみると、一部この関係から離れた土類も存在している。
- (d) 土壌の肥沃性や生物の生育には土壌の3相（固相、液相、気相）の適正な関係が決め手になるが、この採取された土壌についての3相分析結果をみると（表 H.8 及び図 H.3 参照）、水分率についてはあまり問題はないものの、ほとんどの土壌は空気率が低く（空気不足）、固相率も比較的高い（緻密すぎる）ところから、一般に言われている土壌の適正3相範囲からは外れたものが多くなっている。
- (e) また、分級結果からみると、一部栄養分の良好な土壌もみられるが、大半の土壌で栄養分は低い。特にリン分についてはほとんどが分類上低い値のものしか現れていない。

これらの結果から総じて、当地域の土壌は栄養分が低く、造林をする上ではあまり望ましい状況にはないものの、現実には類似の土壌条件で造林が進められており、ある程度栄養分の低い土壌に対しても耐久性のある樹種を選定することで、対応は可能と判断される。

### 1.3 森林の分布

森林の分布について、林地種別による3区県での面的分布、また樹種別に標高分布をまとめると次のようである。

#### 1.3.1 面的森林分布

##### 1) 东川区の森林分布

东川区の林地用地の種別にそれぞれ存在する樹種は主に次のようになっている：

表 R H.11 林地種別ごとの樹種

林地種別	樹種	適用
有林地	云南松、云南油松、木荷、高山松	
疏林地	—	
灌木林地	サダケ、苦刺、小桐子、牛筋条、	
未成林造林地	—	
苗圃地	—	
無林地	—	

出典：東川区林業局

1995年時点の東川区林業局作成の森林分布図は図 H.5 に示す通りである。

## 2) 尋甸県の森林分布

尋甸県林業局での聞き込みによると、小江流域で導入もしくは導入可能な樹種として云南松、華山松、云南ハンノキ、アカシア科（フサアカシア、聖誕）、ユーカリ等が挙げられるようである。

## 3) 会澤県の森林分布

会澤県では森林の有する面積のうち針葉林の面積は 3,694（千畝）で県全体の有林地面積の 92.7% に達する。（広葉林は 0.2%、混交林 5.4%、経済林 1.7%）また同県林業局の聞き込みによれば、会澤県の小江流域では標高が高く、急峻で寒冷なため植樹として可能なのは、華山松くらいで、また低地（娜姑鎮等）では暑くて乾燥しているため銀合歡くらいとの話である。

また経済樹種の主なものとしては、栗、クルミ、林檎、梨、蜜柑、茶の葉などがあげられる。

### 1.3.2 標高別森林分布

標高別森林面積そのものを取りまとめた資料はないが、その樹木の分布は地形・気候・土壌の影響を受け概ね以下の三つの植生帯に分かれ、東川区、会澤県、尋甸県共通して以下の表のようになっている。

表 R H.12 標高別植生分布

標高	植生	基本樹林	樹種
4,500m	亜高山植生	寒温性亜高山針葉林	モミ、ヒマラヤ杉
4,000m		温冷性常緑針葉林	高山松、高山クヌギ、ホトトギス
3,500m		常緑硬広葉林	カン
3,000m	高原山地植生	落葉・常緑広葉混合林	華南松
2,500m		暖帯・温帯常緑針葉樹林	云南松、馬桑、牛筋条、ユーカリ
2,000m		山地型常緑広葉樹林	
1,500m	乾熱河谷	灌木・草原	桐混合林、ネム、ユーカリ、リュウゼツラン、セندان
1,000m			
500m			

この各植生帯の特性を示すと以下のようである：

### 1) 亜高山植生帯

標高 2,800~4,300m の山岳地に分布し、針葉樹・広葉樹の混合林が主要植生である。2,800~3,700m ではモミが優先する寒温性亜高山針葉林、2,800~3,500m では高山松が優先する温冷性常緑針葉林とカシが優先する常緑硬広葉林が見られる。また、2,900~3,300m では高山性草原や灌木帯、3,300m 以上ではネムノキやヒマラヤスギの群落も存在する。中国科学院昆明植物研究所の調査によるとこの植生帯には、200 種に及ぶ草類が生息し、漢方薬の薬種と高山草花の栽培基地ともなっている。

### 2) 高原山地植生帯

標高 1,600~2,800m の高原地帯は氷河期には亜熱帯常緑闊葉クヌギ類を主とした原始林であったが、現在では既に存在しなくなっている。現在この地帯の植物分布は、植物種が多く群落が複雑であるが、暖帯・温帯常緑樹林と山地型常緑広葉樹林が代表的な植生である。上部では落葉・常緑広葉混合林がみられる。主な樹種としては、云南松・崑山松、杉松、ベに杉、冲天ガシワ、黄クヌギ、云南カシワ等が広く分布している。

### 3) 乾熱河谷植生帯

降雨の少ない標高 1,600m 以下の谷部に分布し、草原が主要な植生で、表土層が厚いところでは、灌木が自生する。水分条件の良いところでは、桐の混合林もみられる。他にリュウゼツランやウチワサボテンなどの多肉植物も見られる。また経済林樹種としてミカン、オレンジ、石榴などが栽培されている。

## 1.4 造林の状況

### 1.4.1 各区県における造林の状況

#### 1) 東川区

東川区では 1989 年に始まった長江中流・上流での保護林プロジェクトを契機に、東川区では現在に至るまで造林活動を推進してきている。1989 年から 1999 年までには累計で 890.2 万円の資金を投入し、54.6 万畝の面積に対して植林を実施、また 32 万畝の面積での封山育林（放牧禁止、伐採禁止）を行った。その結果、1990 年当時の森林被覆率 14.6% から 1995 年時点で 21.3% の被覆率まで回復した。

さらに云南省の条例に基づき 1998 年から天然林保護プロジェクトが開始され、天然林地区での伐採禁止、2001 年から造林が開始されている。また 2000 年からは退耕還林プロジェクトがスタートし、原則 25 度以上の傾斜地にある農地を対象に造林を推進して来た。この天然林保護プロジェクト及び退耕還林プロジェクトで、これまでに実施された植林面積はそれぞれ 2 万畝及び 6.1 万畝となっており、これらの活動の結果 2001 年時点では森林被覆率は 31.9% (89 万畝) まで回復した。

以上の造林に用いた主な樹種は以下のようになっている。

- (a) 1,600m 以下の乾熱河谷については新銀合歡、金合歡、赤ユーカリ、台湾トウアズキ等で、また経済林として石榴、柑橘、なつめ、葡萄などが植えられている。

- (b) 1,600～2,800mの針葉・広葉林の混じる地域での主な樹種としては云南松、崑山松、クヌギ類、黒イバラ、クリスマスツリー等で経済林としては胡桃、桜桃などである。
- (c) 2,800～3,500mの高山針葉林地域では主に雲杉、冷杉、高山松が植えられている（3,500m以上の耕地については基本的に手をつけていない）。

2003年9月に行われた、東川区第二期人民代表大会に提出された資料によれば、東川区林業局の今後の方針として以下のことを上げている。

- (a) 2010年までに東川の森林面積比率を現在の31.9%から40%以上までに引き上げる。
- (b) さらに20年をかけ（2030年）森林面積比率を50%以上に引き上げる。（この森林面積比率50%は現在の林地用地面積のほぼ91%に相当する。）

## 2) 寻甸県

寻甸県でも、他地域と同様、天然林保護プロジェクト、退耕還林プロジェクトを実施している。小江流域の上流に位置する金源郷、功山郷、六哨郷、金所郷、甸沙郷、風儀郷等はこれらプロジェクトの重点実施地区になっている。前出のようにこれら重点地区の中で、資料の得られた功山郷、六哨郷、金源郷、甸沙郷の植樹造林面積は6,800畝で有林地面積23,400畝の約29%に相当している。この植樹に使われる樹種としては、云南松、崑山松、云南ハンノキ、アカシア科（フサアカシア、聖誕）、ユーカリ等である。

寻甸県県では特に具体的な今後の方針の情報は入手出来なかったが、当地区は云南省の天然林保護及び退耕還林プロジェクト実施対象範囲に入っており、基本的に2010年まで、現在の天然林保護及び退耕還林プロジェクトが継続して実施される予定である。

## 3) 会泽県

会泽県では、1998年から長江中・上流域プロジェクトが実施され、会泽県のうち小江流域に位置する駕車郷で15,000畝、大海郷で38,000畝の造林が行われている。また2000年からの退耕還林プロジェクトでは全体で2003年までに83,000畝で植林を実施、内訳として、駕車郷で2,500畝、大海郷で8,000畝、娜姑鎮で600畝の植林が行われた。

会泽県の造林面積は2000年時点で、165万畝となっており、県全体の林業用地面積491万畝の約33%に及んでいる。

植樹としては、駕車郷、大海郷などは高地に位置するため気温も低く、可能樹種は崑山松程度で、一方娜姑鎮のような乾熱河谷では植生に乏しく新銀合歡程度が植樹適用種とされている。

会泽県は寻甸県と同様、云南省の天然林保護及び退耕還林プロジェクト実施対象範囲に入っており、基本的に2010年まで、現在の天然林保護及び退耕還林プロジェクトが継続して実施される予定である。また、当林業局の聞き込みでは2010までに傾斜25度以上の農地に対し、21.3万畝の面積を造林する予定である。会泽県

の林地の比率は県面積の 51%に相当しているが、目標として 2010 年までに現在の被覆率 43%を 45%までに、また 2020 年には被覆率を 50%までに引き上げることが挙げられている。(但し 2020 年には、林地も退耕還林等で拡大することが考えられる。)

#### 1.4.2 造林の課題

小江流域の造林事業についての全般的な課題を以下にまとめる。

##### 1) 依然として乏しい森林

上記のように各区県とも自然環境回復のため、退耕還林を始めとする造林事業の推進に努力しているところではあるが、資金の投入が十分でなく、造林のテンポが遅いため、森林はまだまだ乏しい。調査団の推定では森林地域は小江流域全体の 1/4 に過ぎず、ほぼ同程度が荒山草地となっている。

##### 2) 森林のマルチ機能の未活用

現状の森林規模が小さく、体系としてまだ不完全なため、生態環境への影響力はまだまだ弱く、森林の効果(生態効果・社会効果、経済効果等)が十分発揮されていない。

##### 3) 止まらない森林破壊行為

小規模ながら造林地域での盗伐、採鉱、採石、採砂などが依然として行われており、森林保護管理の強化が必要である。住民の協力を得るための教育・宣伝活動を活発化させるとともに、メタンガス利用や省エネかまどの改良などの住民に対する支援も重要である。

##### 4) 造林技術、経営管理技術の遅れ

以下の点での林業に対する科学技術、経営管理技術が遅れている。

- (a) 自然環境の厳しい(乾熱河谷、亜高山寒冷地区)地区での植林技術
- (b) 植生による水土流出・土石流抑制などへの効果推定
- (c) 経済林栽培と管理の実用技術の普及活動
- (d) 森林の経済効果・社会効果・生態効果などの開発と経営管理技術
- (e) 退耕還林に関する経営管理技術

##### 5) 造林・維持管理施設の不足

標高の低いところでは、水不足のため造林しては枯れている現状がある。また造林やその後の管理のための林道、通信機器、保護員小屋などの施設が無く、作業効率が悪く、管理が行き届かないところがある。

#### 1.5 アンケート結果

山腹緑化に関わる現地情報収集の一貫として、以下の条件でアンケート調査を行った。

- (1) アンケートの対象は、主に優先流域として選定される豆腐沟、乌龙河、东川市街地、桃家小河の流域に点在する最小の集落単位である小組（総計 303）とする。
- (2) この各組に対するアンケートはそれぞれの各組が所属する、村民委員会を通じて行う。
- (3) 調査は林業全般、退耕還林の状況、棚畑化の状況等を主な項目として行う。

以下にアンケートの取りまとめ結果を示す。

### 1.5.1 林業全般

#### 1) 林地面積及び林地面積割合

アンケートで集計された林地面積は下表に示すように全体で約 9 万畝ある。このうち造林面積は林地面積の約 4.6% に相当する 4.2 万畝で実施されている。また退耕還林によって実施された造林面積は 1.7 万畝（19%）、封山育林の対象面積は 6.2 万畝（70%）におよんでいる。

表 R H. 1 3 林地面積・造林面積等

林地面積・造林面積		
項目	面積(ム一)	割合(林地面積に対する)
林地面積	90,021	
造林面積	41,757	0.46
退耕環林面積	17,546	0.19
封山育林面積	62,942	0.70

また各組面積に対する、林地面積の割合について、得た回答を取りまとめると次の図に示すように、概ね組面積の 0-100% の範囲で分布しており、平均的にはほぼ 50% 相当が林業面積という結果になっている。

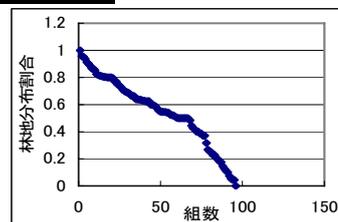


図 R H. 1 各組の森林面積分布状況

#### 2) 林業に従事している世帯数

林業に専門に従事している世帯数は下図（右）に示すように、非常に少なく各組で 1-2 世帯が従事しているにすぎない。ただ、一部の組ではその組のほとんどの世帯が林業に従事している状況がみられる。

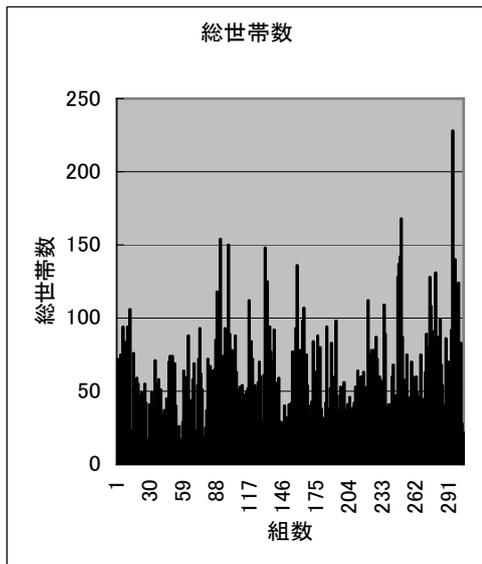


図 R H.2 各組の総世帯数

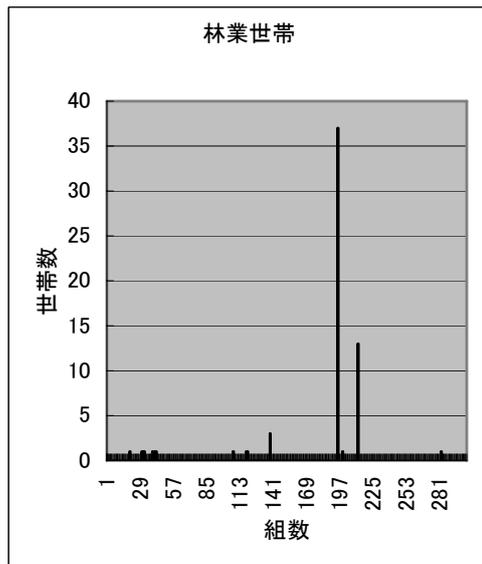


図 R H.3 各組の林業世帯数

### 3) 林業での収入

各組での林業への財政的依存度を測るため組全体収入に対する林業収入について調査を行った。この結果は図に示すように林業収入の割合は多くても組全体収入の2割程度にとどまりほとんどが1割以下の結果となっている。

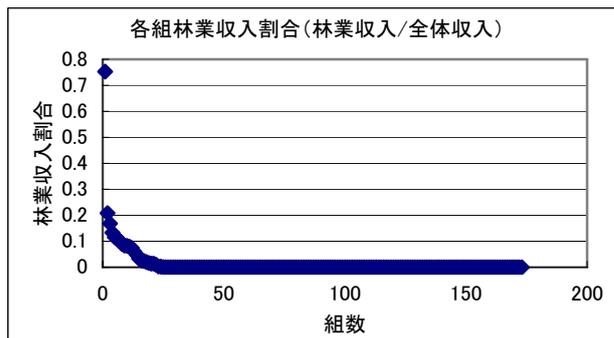
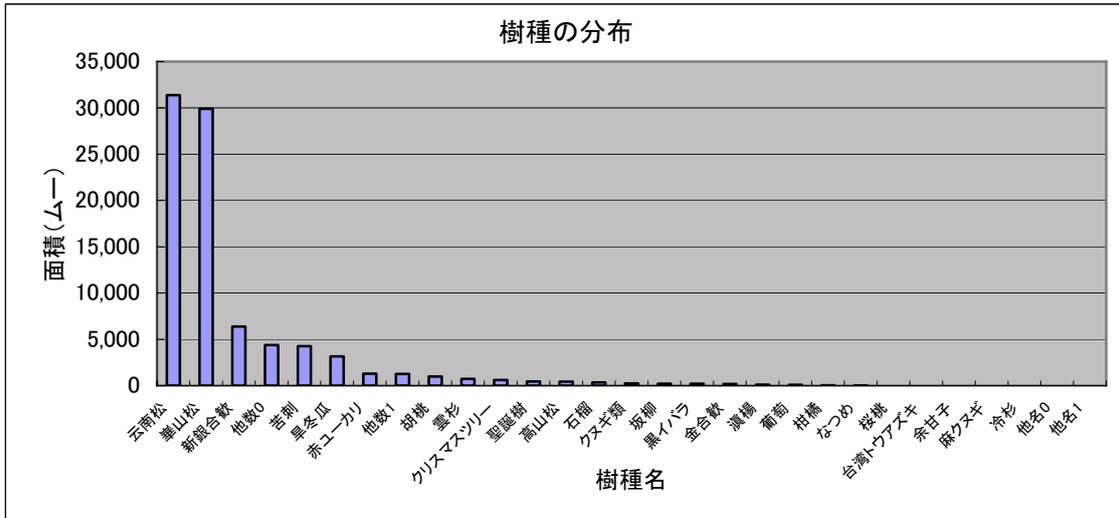


図 R H.4 各組の林業収入割合

### 4) 林地及び樹種の分布状況

林地での各樹種の分布状況を見ると次に示す通りほとんど崋山松・雲南松で全体の70%以上を占めている。その他には新銀合歡、苦刺等が上げられる。



### 5) 造林樹種の内訳

造林に用いられている樹種も圧倒的に華山松・雲南松が多く、ほぼ 70%以上を占めている。この他には新銀合歡や苦刺、ユーカリが挙げられる。

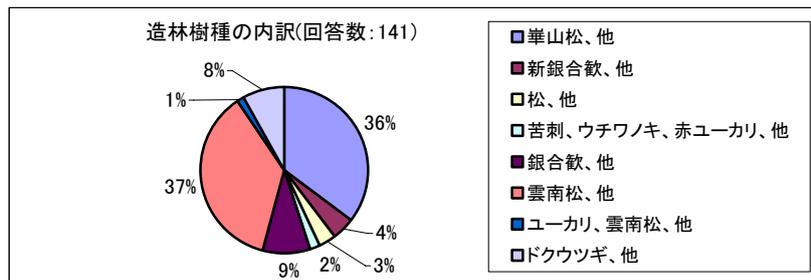


図 R H. 6 造林樹種の分布状況

### 6) 退耕還林に用いられた樹種面積割合

退耕還林に用いられた樹種についても華山松・雲南松が広く使われているが、他にユーカリ、合歡・新銀合歡等も広範囲に退耕還林の樹種として適用されている。

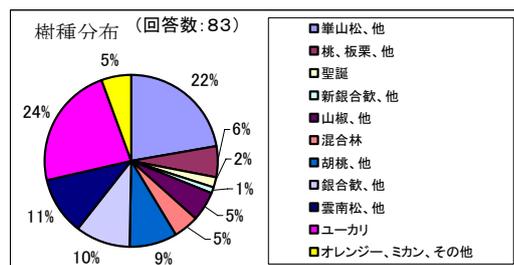


図 R H. 7 退耕還林樹種分布状況

### 7) 封山育林地域での樹種

封山育林地域では、下図にあるように、対象地域全体の樹種分布と同様華山松・雲南松及び他の松が多く植樹されている。

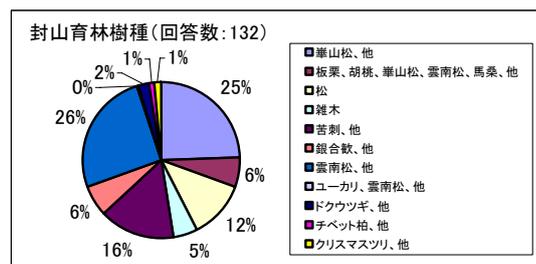


図 R H. 8 封山育林樹種分布状況

### 8) 生態林・経済林・薪炭林の割合

造林されている樹種の生態林・経済林・薪炭林分類からの割合を見ると下図に示すように、80%近くを生態林が占め、残り 15%が薪炭林、7%が経済林と、経済林の占める割合は非常に小さい。

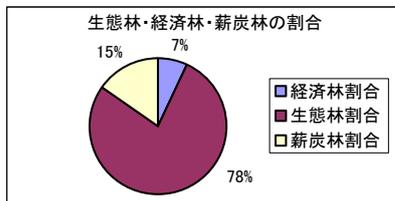


図 R H. 9 生態林・経済林・薪炭林の現状割合

### 9) 造林の実施手順

造林の実施手順として実施責任者、資金負担者、住民の参画状況について問い合わせた結果以下の回答が得られた：

#### a) 造林実施責任者

造林の実施責任者としては基本的に林業局の林業工作站が実施している。一方で村民委員会や小組、住民といった地元レベルでの造林も実施されている。

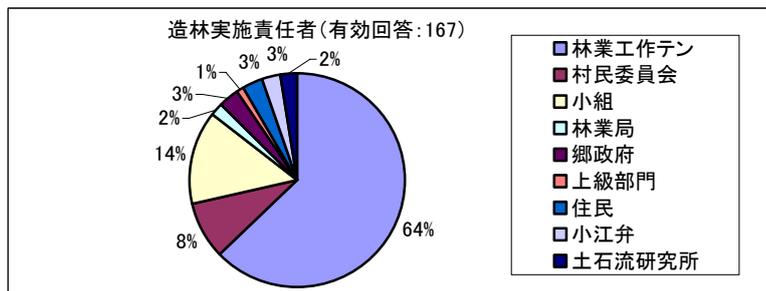


図 R H. 10 各組の林業収入割合

#### b) 造林実施の資金源

造林実施の資金源は、国・上級機関をはじめとする政府機関がほぼ80%以上を占めているが、自力で実施されている割合も16%（組割合ベース）と比較的高くなっている。

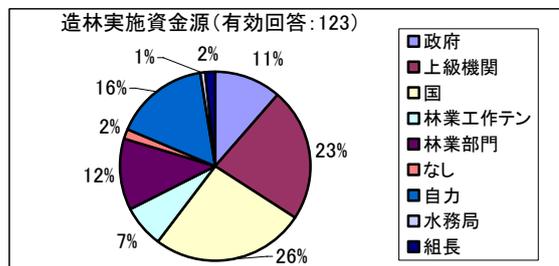


図 R H. 11 造林の実施資金源

c) 造林実施後の維持管理機関

造林実施後の維持管理についても林業工作站が主に実施しているが村民委員会、小組といった地元組織での維持管理も行われている。

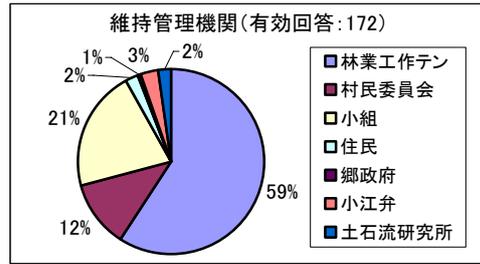


図 R H. 1 2 維持管理機関

d) 地元住民の造林への参加形態

こういった造林事業への住民の参加形態についてみると、ボランティア的な参加が70%以上(組ベース)を占めており、有償で参加しているのはほぼ30%弱という結果になっている。

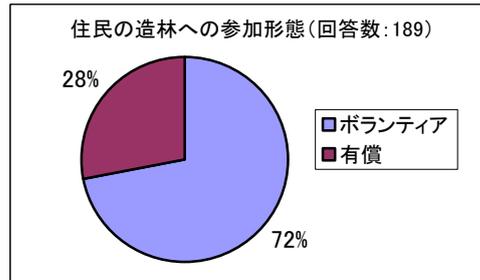


図 R H. 1 3 住民の造林参加形態

10) 造林実施の生育状況及び問題

造林した後の樹木の成長状況及び造林実施上の問題についての回答は下左図に示すようにほぼ80%が一応生育しているが、残り20%については生育が非常に悪いという結果になっている。この理由として、次に示すように水不足と土壌を主な原因(組ベースで90%)に挙げている。

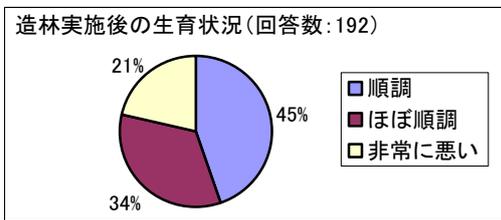


図 R H. 1 4 造林実施後の生育状況

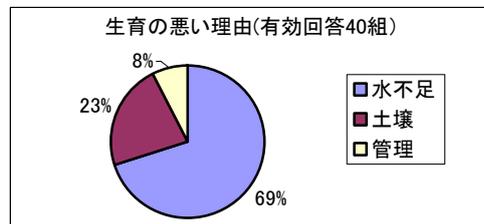


図 R H. 1 5 生育の悪い理由

11) 造林実施上の問題

造林実施上の問題について、下図に示すように種々の要因が挙げられている。中でも水に関わる項目(雨の不足、給水の不足等)が37%と大きくなっている

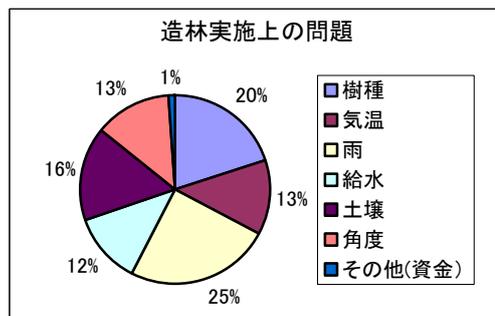


図 R H. 1 6 造林実施上の問題

### 1.5.2 退耕還林の状況

退耕還林の状況について調査した結果は次の通りである：

#### 1) 退耕還林の実績

退耕還林の実施状況は以下に示す通り、2001年～2002年までの3年間でかなり大規模に実施されたが、その後実施の割合はかなり少なくなっており、ここ2年間では最大時の数%までに減少している。

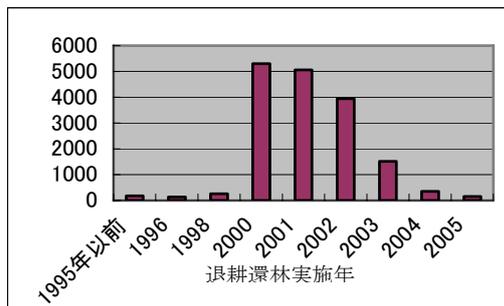


図 R H. 1 7 退耕還林の実施記録

#### 2) 退耕還林実施場所の選定

退耕還林実施に際しての場所の選定は、基本的には造林実施の責任者である林業工作站が行っている。また、地元の村民委員会、組、住民が選定を行っているケースも20%程度見られる。

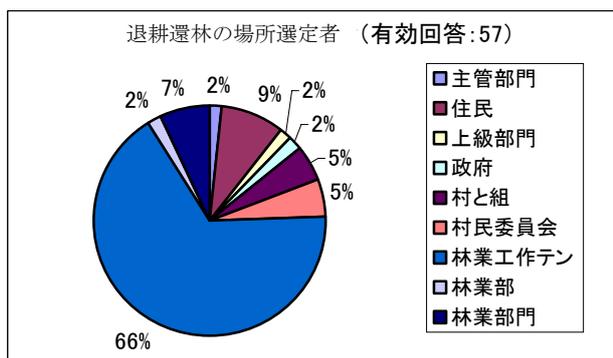


図 R H. 1 8 退耕還林の場所選定者

#### 3) 退耕還林の樹種選定

退耕還林実施の樹種選定も基本的には場所の選定と同様な林業工作站が主に行っており、一部住民が選定している。

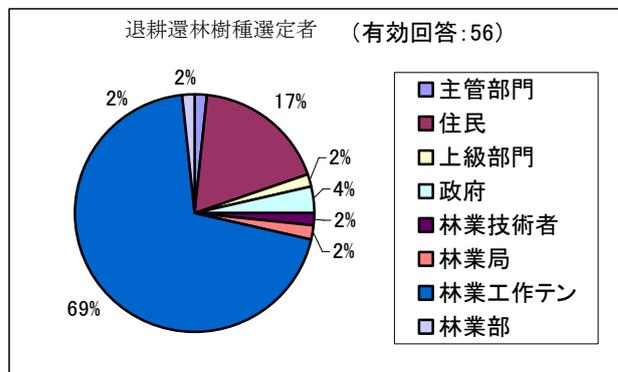


図 R H. 1 9 退耕還林樹種選定者

#### 4) 退耕還林実施に伴う補償の実施

退耕還林を実施した場合、退耕還林条例（2002年12月公布）に基づき農民に対して食料、生活費補助などの補償がなされることになっている。この実施状況についてのアンケート調査結果では、右図に示すようにほぼすべてのケースで補償がなされていることが示されている。

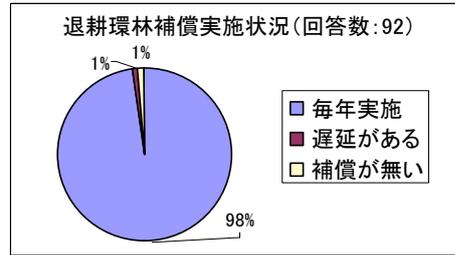


図 R H. 2 0 退耕還林補償実施状況

#### 5) 退耕還林実施による住民の生活環境の変化

退耕還林実施によって、その後の生活にどう影響があったかを聞いたところでは、ほぼ 3/4 に相当する住民（組ベース）は生活が楽になったという意見をもっており、残り 1/4 は変化が無かったという意見になっている。

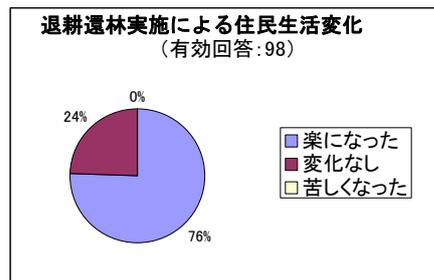


図 R H. 2 1 住民の生活変化

この理由は主には右の図に示すように退耕還林実施に伴う補償によって収入が増加したことが挙げられる。これからみて、退耕還林実施に伴う補償内容は農民が生活をするのにほぼ十分な内容であると考えられる。

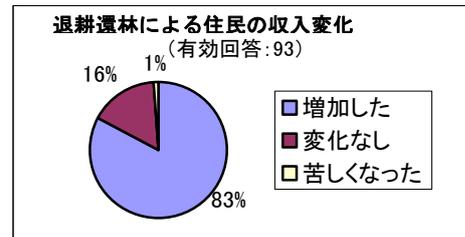


図 R H. 2 2 住民の収入変化

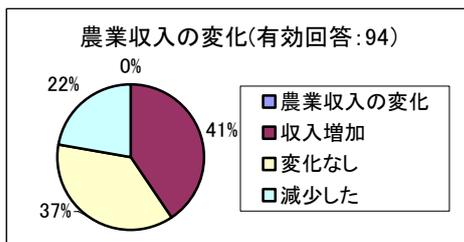


図 R H. 2 3 農業収入の変化

懸念される農地の減少に伴う農業収入の減少については、左図に示すように 22%が減少、37%が変化なしと答えている一方で、農業収入が増加したというケースが 41%も現れている。

また退耕還林実施によって住居移転等を余儀なくされるような生活への影響があったかどうかについては、住居移転までには及んでいないものの、問題があるという回答が約 10%あった。

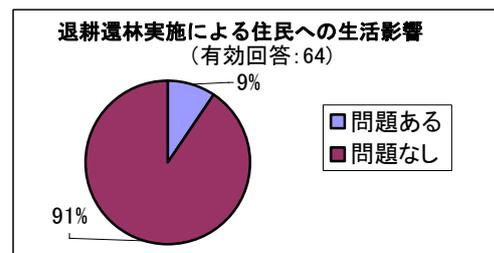


図 R H. 2 4 住民の生活影響

a) 退耕還林補償うち切り後の住民の生活見通しについて

退耕還林実施による食料及び生活費保護などの補償は最大で8年後打ち切られることになっている。退耕還林が大々的に実施されたのは2000年以降でその影響が出るにはまだ時間があるものの、この見通しについての回答は下記に示すように、見通しがあるという回答が38%であるのに対し、見通しが無いというのは62%になっている。このうち見通しがあるという回答に対して、具体的にどのような手段を考えているかという問いに対しては、農作物の栽培や牧畜業で対応するという回答になっている。

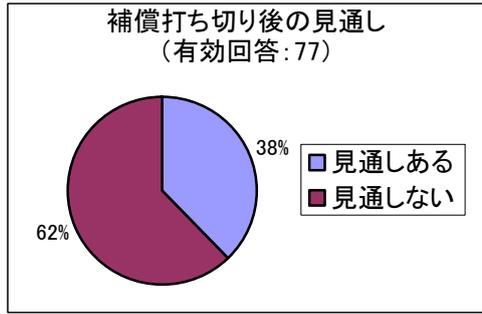


図 R H. 2 5 生活の見通し

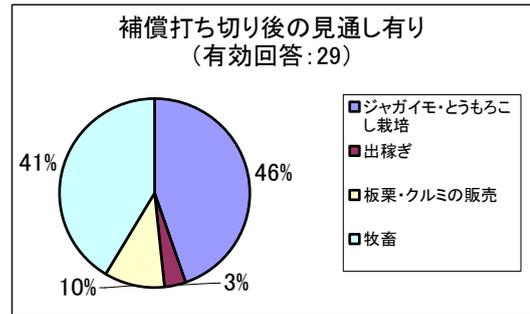


図 R H. 2 6 生活見通し有り

一方、見通しが無いと答えたグループの期待は右図に示すように政府の補助が主なもので、中には生活が出来なくなるという回答もあった。

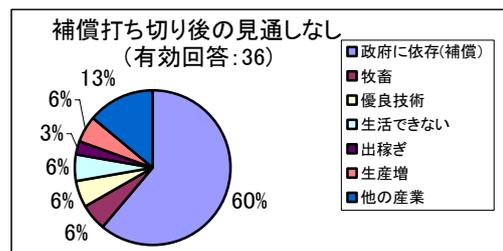


図 R H. 2 7 生活見通しなし

6) 退耕還林で実施される荒地での植林

退耕還林の一貫として、傾斜農地の造林と併行して行われる荒地での植林の状況をみると右図に示すように75%の組で植林がなされたとしている。

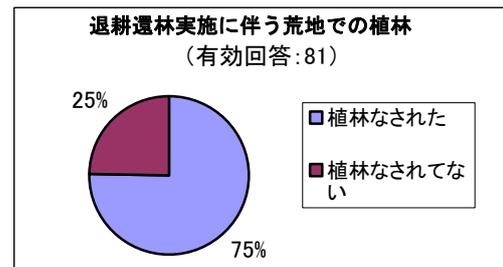


図 R H. 2 8 荒地での植林

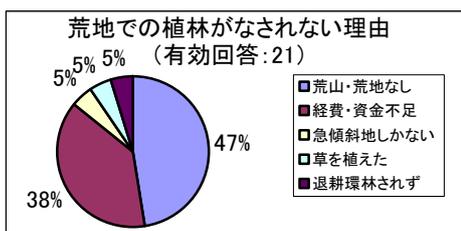


図 R H. 2 9 植林されない理由

一方、25%に相当する組で植林がなされなかった理由としては左図に示すように、造林すべき荒山・荒地が無いという理由が挙げられるのに対して、経費資金不足という理由も挙げられている。

## 7) 退耕還林による造林の所有者

退耕還林を実施した後、造林樹木の所有権の帰結については、下記に示すように住民・個人が43%を占めており、一方で集団・造林実施者があわせて55%となっている。

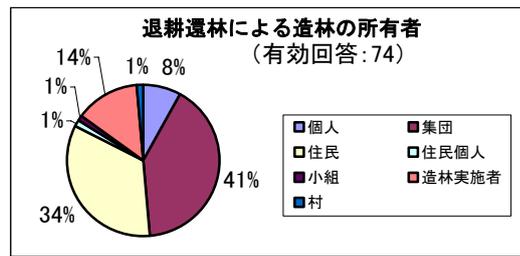


図 R H. 3 0 造林の所有者

### 1.5.3 その他造林に関わる課題

その他の造林に関わる課題についてのアンケート調査結果は次に示す通りである：

#### 1) 水の供給問題

造林実施する上で、大きな課題が植樹した樹木に対する水の供給であるが、この課題に対する回答をみると雨が十分多い、雨に頼るという回答があわせて50%となっている。一方で、水源がない、コストが高いなど現実に水供給が出来ないという答えも半分程度占めている。

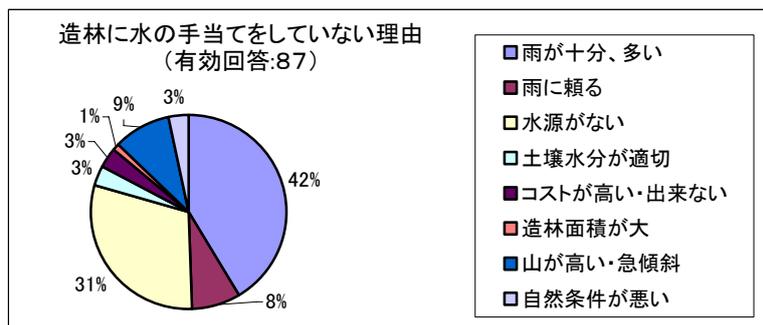
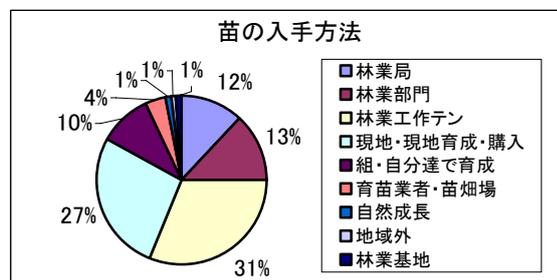


図 R H. 3 1 造林に水手当てをしていない理由

#### 2) 苗の確保について

造林に必要な苗の入手については林業工作站を中心とする林業局関連の政府機関による調達がほぼ60%近くを占めているが、一方で現地、組、自己調達なども大きな割合（ほぼ40%近く）を占めている。



### 3) 経済林生産物の販売地

経済林から生産される作物の消費地について問い合わせた結果では下記に示すようにほぼ 50%が地元での消費となっており、その他東川区市街地 (34%)、近くの町 (11%) という答えになっている。

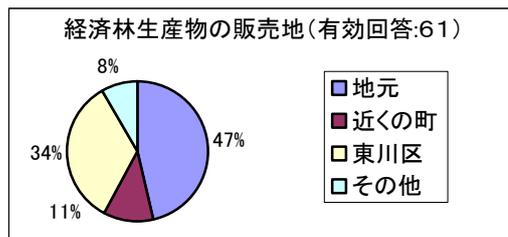


図 R H. 3 3 経済林生産物の販売地

### 4) 木材へのエネルギー依存割合

家庭で消費するエネルギー源のうち、木材をエネルギーとして依存している割合についての問い合わせでは、木材を全エネルギーとして依存している割合が 42%と非常に高い数字を示しており、一部を依存しているケース (53%) も含めるとほぼ 95%までが木材をエネルギー源としてとりいれている結果となっている。一方、木材以外のエネルギー源としては電気 62%、バイオマス 35%とこの 2 つでほぼ 100%近くを占めている。

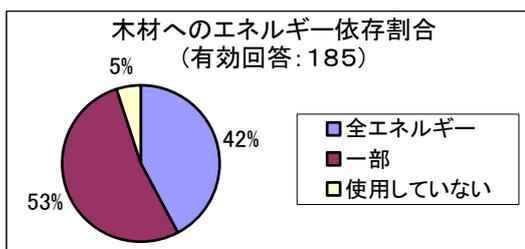


図 R H. 3 4 利用エネルギー状況

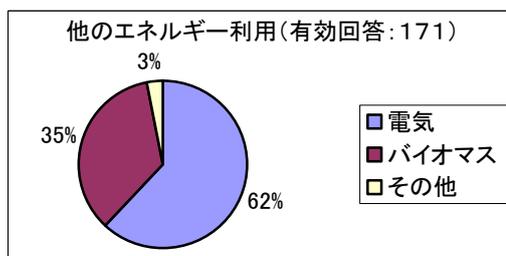


図 R H. 3 5 他のエネルギー利用状況

## 1.5.4 棚畑化の問題

### 1) 棚畑化面積

棚畑の一般情報として各組の全農地面積、傾斜地面積、棚畑化面積について問い合わせた結果では右の図に示すように約 130 組から回答があり、全農地面積としては平均してほぼ 200 畝程度、傾斜農地が 100 畝程度、棚畑面積が 50 畝程度あるとの答えが得られた。

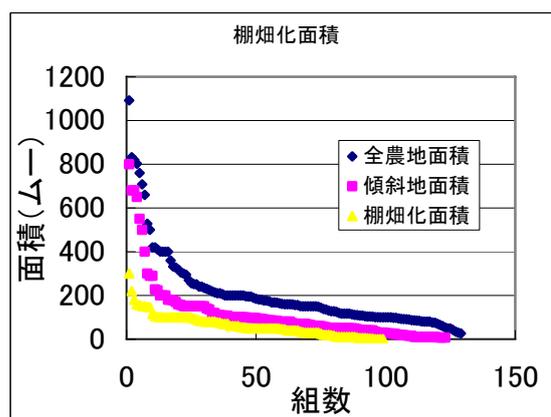


図 R H. 3 6 住民の造林参加形態

また全農地面積に対する傾斜農地割合、棚畑化面積割合をみると、下図に示すように傾斜農地がほぼ 50%、棚畑化面積が 25%とほぼ全体の半分が傾斜農地でそのうちのまた半分が棚畑化されている実態が明らかになった。

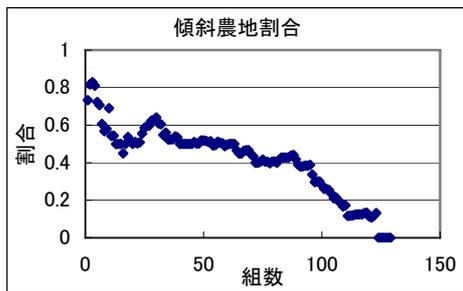


図 R H. 3 7 傾斜農地割合

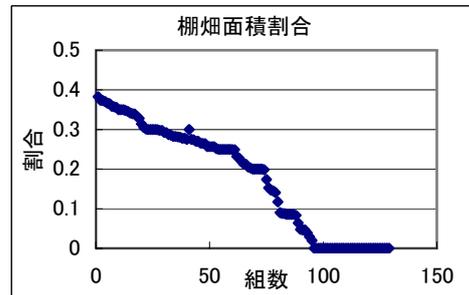


図 R H. 3 8 棚畑(田)化面積割合

## 2) 棚畑化の資金源

この棚畑化の資金源については、右図に示すように個人で実施しているケースが 75%と非常に多く集団・村民委員会などあわせるとほぼ 80%が個人を主体とした資金となっていることが分かる。また水務局等の政府機関によるケースがほぼ残り 20%を占めている。

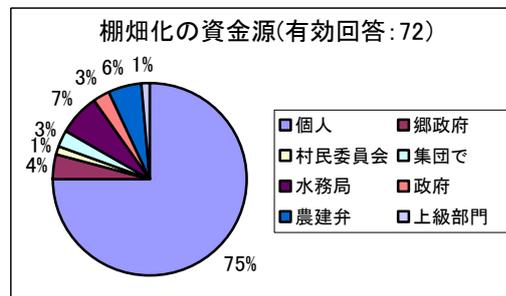


図 R H. 3 9 棚畑(田)化の資金源

## 3) 棚畑化の費用

棚畑化の費用を実績の面積と費用関係からみると右図に示すようにほぼ 500 畝に対して 300,000 元(約 600 元/畝)という関係が得られた。

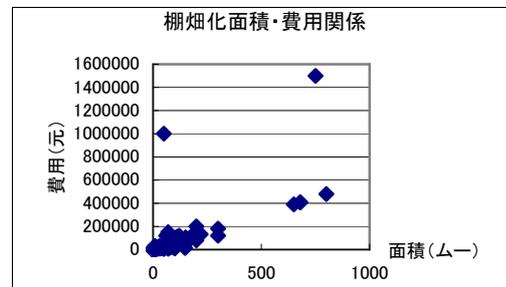


図 R H. 4 0 棚畑化面積費用関係

## 4) 棚畑化による栽培作物の変化

棚畑化によって、栽培作物が変化したかという問いに対して、下図に示すように 70%が変化したとの答えになっている。また栽培作物の増加については概ね 20-40%の増加があったという答が得られた。

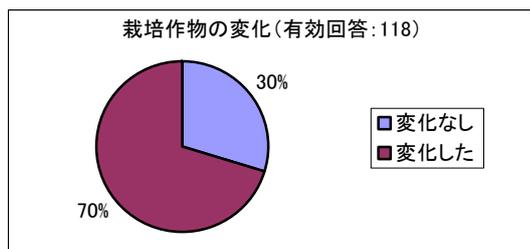


図 R H. 4 1 栽培作物の変化

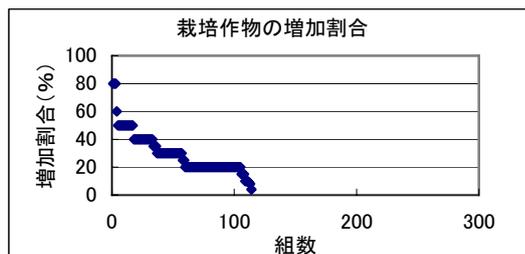


図 R H. 4 2 栽培作物増加割合

## 5) その他棚畑化による効果

その他棚畑化による効果として、棚畑化によって作業が楽になったかどうかの問いについては、次図に示すように 90%以上で楽になったという答えが得られた。またその他の効果としては、下右図にあるように水土保持、保水効果、生態保護などの効果があげられている。

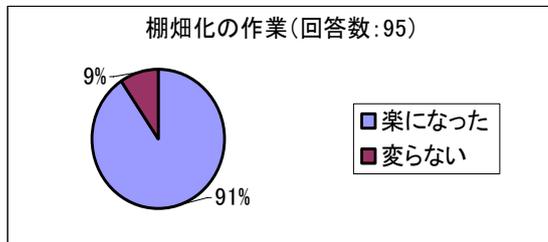


図 R H. 4 3 作業の変化

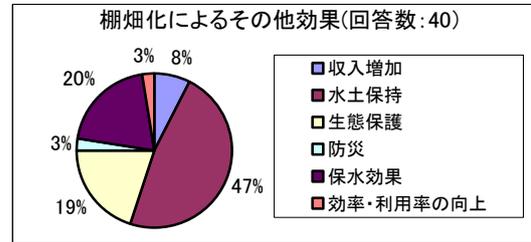


図 R H. 4 4 その他の効果

## 6) 棚畑すべき農地傾斜角度

棚畑化すべき農地の傾斜角度はどのくらいかの問いに対して答えは右図にあるようにほぼ25度程度を目安としているという答えが得られた。

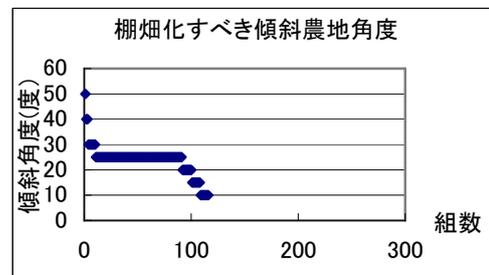


図 R H. 4 5 棚畑化すべき傾斜角度

## 2. 小江流域全体の山腹緑化計画

### 2.1 計画策定方針

小江流域全体の山腹緑化計画は、以下の方針で行う：

- (1) 計画対象とする土砂は、水系砂防の観点から別途算定される“抑制すべき土砂量”を技術的・経済的・社会的・環境的にみて可能な範囲を対象とする。
- (2) 対策の選定にあたっては、まず代表流域でその妥当性を検討し、その結果適当と思われる対策を全流域に当てはめる。
- (3) 山腹緑化計画で主に取り扱う対策は、構造物対策として農地の棚畑化、生物的対策として造林（山腹工との組み合わせを含む）を主として考える。
- (4) この他ガリ侵食地については、谷止め工を設置する。

### 2.2 代表流域での山腹緑化計画

計画策定手順として、上記の方針に従い、まず代表流域での対策を検討する。以下に代表流域での山腹緑化計画（造林及び山腹工の計画及び農地の棚畑（田）化）を示す：

## 2.2.1 造林及び山腹工の計画

### 1) 造林及び山腹工の計画策定手順

各代表流域における造林及び山腹工は以下の手順で計画策定を行う：

- (a) 小江全流域の荒山草地、傾斜農地、崩壊地に対する造林可能地域の確認
- (b) ガリー侵食地に対する谷止め工の設置区間の確認
- (c) 代表流域の土地利用状況の確認および造林対象地域の設定
- (d) 代表流域造林対象区域の標高分布と傾斜分布の確認および面積の算定
- (e) 各標高の造林樹種の選定
- (f) 造林樹種単価および山腹工・谷止め工の単価の設定
- (g) 造林及び山腹工・谷止め工の費用の算定

### 2) 造林及び山腹工の計画策定内容

上記手順に関して、策定された造林及び山腹工の計画内容は以下に示す通りである：

#### a) 荒山草地に対する造林可能地域の確認

造林計画を立てる上で、造林可能地域を確認する必要がある。この造林可能地域を確認するのに利用可能な資料としては以下のものがあげられる：

- (i) 東川区、尋甸県、会泽県の土地資源局もしくは林業局が公表している土地利用の状況、林業用地及び一部森林分布図。
- (ii) 今回衛星写真から読み取った地被状況図、傾斜分布図、標高分布図、崩壊地推移図
- (iii) その他現地聞き込みによる情報等

これらの資料に基づいて造林可能地域を設定する場合、それぞれ精度上次の問題がある：

- (i) 土地資源局、林業局等が公表している林業用地は数字のみで、位置が分からないため、小江流域での標高毎や傾斜区分状況、および各代表流域などについての細かい情報が得られない。また年次も東川区は2001年時点の情報で、一方尋甸県、会泽県は2003年と年次に相違がある。
- (ii) 衛星画像で読みとった地被状況は分類図に示すように、2004年時点での平面的分布、標高区分、傾斜区分など細かい情報が得られる。ただ、この地被状況分類のうち、基本的に造林対象となると考えられる荒山草地のうち、岩場など、現実には造林が困難な地域については衛星画像での

判読は難しく不明であり、また荒山草地面積そのものも上記の土地資源局や林業局の公表している数字とは若干異なっている。

上記のことから、本調査では小江全体の造林可能地域を次の要領で設定する：

- (i) 林業用地として、まず东川区については、2001年時点での林地用地、無林地（表 R H. 2 参照）のうち無林地を対象に造林するものとする。また会泽県については小江流域内の無林地面積（表 H. 5 参照）を対象とし、寻甸県については、小江流域のある4郷鎮の林業用地のうち未成林造林地及び林地適正地（表 H. 3 参照）を対象とする。
- (ii) これらの面積は各行政区における林業用地面積であり、小江流域内の面積を推定するため、それぞれ各行政区の面積と小江流域内の面積比を用いて、小江流域に対する造林対象面積（無林地面積）を推定する。（下記の表 R H. 14 参照）
- (iii) 一方衛星画像に基づく地被状況図から読み取られる荒山草地のうち、林業用地として適さないと考えられる標高3000m以上の面積及び傾斜45度以上の面積を除いた荒山草地面積（下表の修正値）を別途求める。（3000m以上の荒山草地については、封林育山等による自然草地として保全する。また傾斜45度以上の斜面は基本的に岩地であり、これもそのまま保全する。）
- (iv) この荒山草地面積と前述の小江流域に対する造林面積の比を地被状況図、傾斜分布図、標高分布図などから得られる各細項目（標高別、傾斜別、代表流域別など）の荒山草地面積に乗じて最終的に各細目に対する造林面積を設定する。

表 R H.14 荒山草地に対する造林面積の設定 (km<sup>2</sup>)

項目	細目	东川区	寻甸県	会泽県	合計
林業用地面積 (行政区)	林地	620	494	118	1,232
	①無林地*	384	48	100	532
	合計	1,004	542	218	1,764
林業用地面積 (小江流域)	②小江面積割合	1,463/1857 =0.78	1,002/1,549 =0.65	1.0	—
	③無林地 (① x ②)	300	31	100	431
荒山草地	④地被分類図読取值	501	118	261	880
	⑤不適地面積値**	132	8	30	170
	⑥修正値 (④-⑤)	369	110	231	710
***割合 (③/⑥)		0.81	0.28	0.43	-

\* 表 R H.2、表 H.3、表 H.5 参照

\*\* 標高 3000m 以上もしくは傾斜 45 度以上の荒山草地面積

\*\*\* この割合を衛星画像読み取りの標高別、傾斜別の荒山草地面積（地被状況図、標高分布図、傾斜分布図から算定）に乗じて、造林面積を算定する。

#### b) 傾斜耕地に対する造林対象地域の設定

傾斜農地のうち 25 度を越える農地（この 25 度については、中国人民共和国水土保持法第 14 条で“25 度以上の斜面で開墾を行ったり、農作物を植えることを禁止する”とされている。また雲南省の行っている天然林保護プロジェクトの実施目標として“傾斜度 25 度以上の耕地を計画的に休耕し植林する”としている）については、水土保持・土砂流出上対策が必要ということで、従来から退耕還林の対象地域として国家プロジェクトが進められている（この退耕還林プロジェクトは今後も続けられる予定ではあるが、具体的な面積、実施計画が明確になっていないためここでは本プロジェクトで造林計画を進めるものとし、実施段階で退耕還林プロジェクトが既に進んでいた場合はその面積を除外して考えるものとする）。

ただ、一方でこの 25 度を越える傾斜農地をすべて造林するのは、農民の生活の場を失うことにつながりかねないため、ある程度の割合で農地を残す必要がある。この割合については、それぞれの土地利用状況、生活環境等から一概に決められないが、次のことから、ここでは一応 75% について造林することとし、残り 25% は農地として残すこととする。また農地の減少分は基本的に補償費及び造林による収益で生計を立てることを前提として考える。

- (i) 現地林業局、農業局、郷鎮政府等の聞き込みによると傾斜 25 度以上の農地は毎年農作物の栽培をしているのではなく、数年ごとの輪作（休耕）を行い土地の回復を待って栽培を行っているとのことである。
- (ii) 農民の生活補償としては、退耕還林の政策に基づき、当面の間補助金を支給するとともに、造林からの収益が期待される。
- (iii) 別途記述するように、傾斜 15 度～25 度の農地については棚畑（田）化する

ることを考慮しており、この結果、農業生産量の増大が期待できるため、傾斜 25 度以上の農地の造林による農業生産量の減少をある程度賄うことが出来る。

この傾斜農地の造林対象地域については、今回作成した地被状況図および傾斜分布図、標高分布図を基に選定する。

#### c) 崩壊地に対する造林対象地域の設定

小江流域には地形分類で明らかにされたように、大きな土砂生産源の一つとして、崩壊地の存在が指摘されている。この崩壊地の土砂生産を抑制するために造林可能な地域については山腹工等の補強工事を行ったうえで造林を行う。この造林可能地域としては、傾斜 45 度以内、標高 3000m 以下の崩壊地を対象とする。

この崩壊地造林対象地域については、今回作成した崩壊地推移図、傾斜区分図を基に選定する。但し、この崩壊地を造林するのに機械の搬入などアクセスの問題、崩壊地土壌の適正など種々問題から 100% 造林することは不可能であり、ここでは表 R 6.2.5 に示した荒山草地と林業用地面積との平均割合から、崩壊地面積の 50% を造林対象とした。

#### d) ガリー侵食地に対する造林対策区域の設定

小江流域全体のガリー侵食地を含む 0 次谷はセクター D で述べられているように総延長 6,000km に及んでおり、土砂生産源の一つとなっている。このガリー侵食地については、対策として山腹工を行う。この対象となる面積は衛星画像判読、現地調査などを参考にガリーの平均幅 (7m) を決めこれに総延長の 50% を乗じて求めた。

#### e) 代表流域の土地利用状況確認及び造林・山腹工計画対象区域の選定

造林及び山腹工の妥当性を検討するため、代表流域について費用、便益を求める。前述の i) ~ iv) までの手順に沿って、各代表流域の造林対象面積を求めた。表 H. 10 に各地被状況に対する造林対象面積を示す。

#### f) 標高ごとの造林樹種の選定

標高ごとの造林樹種の選定は、小江流域全体で判断して各標高で一般に造林に用いられている代表的な樹木を選定する。尚、樹木については生態林を中心に選定する。標高ごとの造林樹種は表 R H. 15 に示すとおりである。

表 R H.15 各標高の造林樹種

標高	樹種
3000m以上	造林せず（封山育林等で草地として保全する）
2400-3000m	高山松単一林および崑山松と早冬瓜の混在林
1500-2400m	崑山松と早冬瓜の混在林、雲南松と麻クヌギの混在林、新銀合歡と余甘子の混在林、坂柳と苦刺の混在林、聖誕樹と坂柳混在林、花椒林、胡桃林、板栗林
1500m以下	坂柳単一林、聖誕樹と坂柳の混在林、坂柳と苦刺の混在林、新銀合歡と余甘子の混在林、滇楊単一林

各生態保護林の中で各樹種の組み合わせ（単一林、混在林間の割合）は均等割合とする。また、混在林の各樹種の割合は次の様に設定する。

表 R H.16 標高ごとの造林樹種割合

混在樹種名		混在割合
崑山松	早冬瓜	7 : 3
雲南松	麻クヌギ	7 : 3
新銀合歡	余甘子	7 : 3
坂柳	苦刺	7 : 3
聖誕樹	坂柳	7 : 3

### g) 山腹工法の選定

崩壊地に対する山腹工は中国ではあまり実施例がないが、「四川省安寧河流域造林計画調査（2002年7月）」において工法検討が行われており、現在進行中のモデル施工では良い結果が得られているようである。安寧河流域は地形・地質・気候条件が小江流域と似通っていることから、小江流域においても適用可能な工法と考えられる。

安寧河流域での工法を参考に、崩壊面の土砂の移動を防ぎ斜面を安定させる小江流域山腹工法として、下図に示すような編柵工、竹筋工、むしろ伏工の組合せを考える。各々の目的を下記に示す。

**編柵工** 植生（木本、草本）を生育させる場所を確保するために、法面に木杭を打ち込みこれに粗朶等を編んで土留を行うものである。斜面を若干切り、取り肥料を混ぜた良質土に置き換え植生の生育を図る。

**竹筋工 1、2** 編柵工と同様に植生（木本、草本）を生育させる場所を確保するために、竹杭に割り竹を編んで土留を行うものである。編柵工に比べ簡易で斜面の切り取り土量は少ない。竹筋工 2 は斜面を切り取ることが不適当な場合に採用する。

**むしろ伏工** むしろ伏工は、法面裸地部分に木本、草本の種子を蒔きつけた後、種子の流出を防ぐためにむしろで被覆する工法である。大規模な崩壊地には上記工法と組み合わせて用いる。また、傾斜が急で斜面を切り取ることが困難な場合は主工法としても採用する。

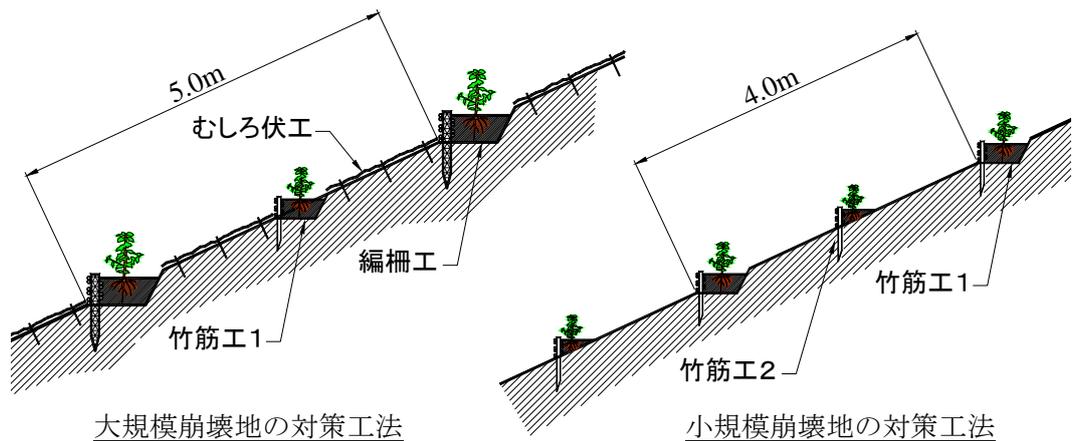


図 R H.46 崩壊地斜面に対する山腹工法模式図

#### h) 造林樹種単価および山腹工の単価の算定

上記で決定された樹種に対して、現在小江流域の造林で用いられている費用資料を整理し単位面積あたりの造林単価を設定する。また、山腹工の費用については、前述の「四川省安寧河流域造林計画調査」で適用された平均単価を用いる。造林単価は表 H. 11 及び H. 12 に示すとおりである。

#### i) 造林及び山腹工の工事費

前述までの数量に基づき、造林及び山腹工の工事費を算定した。表 H. 13 及び H. 14 に代表流域における造林及び山腹工の工事費さらにガリーの対策工事費用を示す。

### 2.2.2 農地の棚畑（田）化

農地の棚畑（田）化は、以下の手順で検討を行う：

- (1) 棚畑（田）化対象面積の設定
- (2) 事業費の算定

#### 1) 棚畑(田)化対象面積の設定

棚畑化の対象となる面積は、同じく「四川省安寧河流域造林計画調査（2002年7月）」を参考に傾斜角度 15 度～25 度の耕地に対し、以下のことを配慮し 50% の面積を対象とする。

- (a) 当流域ではアンケート結果でも示されているように既に個人レベルもしくは政府機関の支援で一部棚畑化が行われている。この割合は概ね傾斜農地の 50% 程度となっている。

- (b) 耕地の所在によって、機材の搬入が難しく、棚畑化の実施が困難な地域が点在する。

代表流域に対して、衛星画像から得られた地被分類及び傾斜分類を基に算定した棚畑（田）化の対象となる面積は表 H.15 に示す通りである。

## 2) 事業費用の算定

事業費用は、下の図(図 R 2.2)に示すように、傾斜角度 15-25 度の斜面を想定し  $4\text{m}^2$  当たり直接工事費を算定、最終的に  $1\text{m}^2$  当たりの工事単価を設定し( $2.3 \text{ 元}/\text{m}^2$ ) これに上述の面積を乗じて事業費を算定した。(表 H.15 参照)

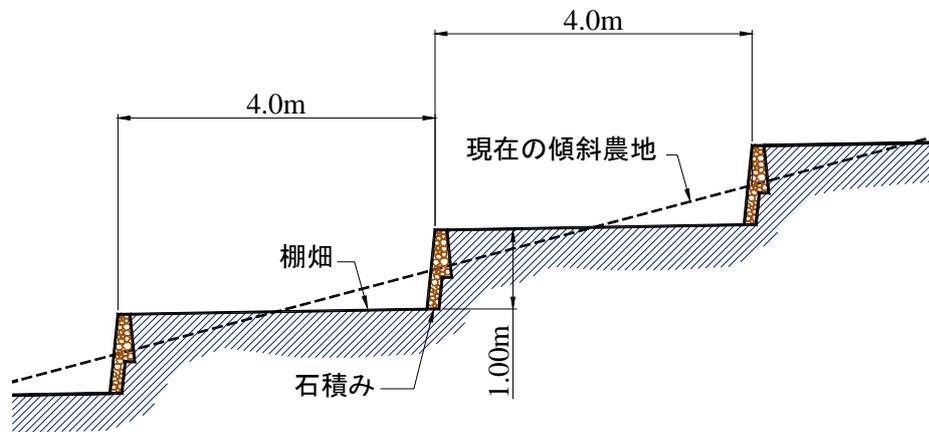


図 R H.47 傾斜農地の棚畑化

## 2.3 小江全流域での山腹緑化計画

ここでは前章で述べた代表流域での水系砂防対策の手順に従い、小江全流域の水系砂防対策について述べる：

### 2.3.1 造林及び山腹緑化工の計画策定

#### 1) 造林及び山腹緑化工の対象面積

小江全流域の造林及び山腹工の対策は以下の表に示す各項目について行う：

表 R H.17 造林及び山腹工の対象面積

地被分類	対策	面積算定	適用
荒山草地	造林	各区・県の林業局提示による面積を対象	
耕地	造林	耕地のうち、25～45度の面積の75%を対象	
崩壊地	山腹工	標高3,000m以下、傾斜45度以下の崩壊地の50%を対象	
ガリ侵食地	谷止め工	0次谷（ガリー含む）延長（推定平均幅7m）の50%を対象	

#### a) 荒山草地

荒山草地の造林面積は各区、県の林業局で造林を予定している標高3000m以下の面積（東川区：300km<sup>2</sup>、尋甸県：31km<sup>2</sup>、会澤県：100km<sup>2</sup>）を対象に行う。この面積の標高分布については、衛星画像から読み取った各区、県の荒山草地の標高分布に応じて比例配分した。（表 H.16 参照）

#### b) 耕地

耕地については、25～45度の傾斜耕地（標高3000m以下）の75%を対象に造林を行う。この耕地の標高分布は同じく衛星画像から読み取った標高分布に応じて比例配分した。（表 H.16 参照）

#### c) 崩壊地

崩壊地はそれぞれ荒山草地内、耕地内、林地内にある崩壊地ごとに衛星画像判読による各荒山草地、耕地、林地の傾斜分布、標高分布に基づいて比例配分を行い、標高3000m以下、傾斜角度45度以下の崩壊地を対象に各面積の50%の面積に対して、山腹工（緑化工含む）を行うものとした。（表 H.16 参照）

#### d) ガリー侵食地

ガリ侵食地は同じく衛星画像判読による0次谷（ガリー侵食地含む）の延長を求め、この延長の50%の距離に平均幅7mを乗じて面積を求めた。このガリー侵食地に対しては、基本的に山腹工（緑化工含む）を行うこととした（表 H.17 参照）。

### 2) 造林及び山腹工の費用

造林に対する、植樹樹種は前章で述べた標高ごとの樹種を適用し、植樹及び山腹工の単価についても前章の代表流域で述べた単価を適用する。その結果、造林及び山腹工の費用は表 H.16 及び 17 に示す通りである。

#### 2.3.2 農地の棚畑（田）化

農地の棚畑（田）化についても、代表流域で検討したように、衛星画像読取による地被状況図、傾斜区分図、標高分布図から、全流域に点在する傾斜耕地15～25度の面積

を抽出してその面積の 50%を対象に棚畑（田）化を図る。この棚畑(田)化の工事単価は同じく前章の代表流域の検討で適用した単価を用いる。表 H. 18 に対象面積及び工事費を示す。

### 2.3.3 山腹緑化（水系砂防）による生産土砂抑制効果

山腹緑化（水系砂防）による小江全体の生産土砂抑制効果は代表流域で示したように表面侵食に対する抑制、新規崩壊に対する抑制、拡大崩壊に対する抑制の主に 3 つの効果期待される。小江全流域に対する年間生産土砂抑制量算定結果を下表に示す。

表 R H.18 水系砂防対策による小江全流域年間生産土砂抑制量

対策	対策規模	表面侵食抑制量 (tf/年)	新規崩壊抑制量 (tf/年)	拡大崩壊抑制量 (tf/年)	計 (tf/年)
荒山草地造林	429,586,000 m <sup>2</sup>	1,994,000	1,374,000	-	3,368,000
耕地造林（退耕還林）	103,567,000 m <sup>2</sup>	1,239,000	-	-	1,239,000
山腹工（崩壊地）	30,949,000 m <sup>2</sup>	617,000	-	3,406,000	4,023,000
山腹工（0 次谷）	3,079,000 m	2,092,000	-	-	2,092,000
傾斜農地棚畑化	181,691,000 m <sup>2</sup>	1,084,000	-	-	1,084,000
合計	-	7,026,000	1,374,000	3,406,000	11,806,000

この結果、下表に示すとおり、生産土砂量は現況の 72%に、河床堆積土砂量は 66%に、金沙江への流出土砂量は 79%に減らすこととなる。

表 R H.19 水系砂防対策による堆積土砂及び流出土砂抑制量

対策	生産土砂量 (tf/年)			河床堆積土砂量 (粗粒) (tf/年)	金沙江への流出土砂量 (tf/年)
	細粒 0.01mm 未満分	粗粒 0.01mm 以上分	計 (全粒度)		
現況（対策前）	10,660,000	31,340,000	42,000,000	23,400,000	18,600,000
水系砂防対策効果	-3,954,000	-7,852,000	-11,806,000	-	-
水系砂防対策後	6,706,000	23,488,000	30,194,000	15,548,000	14,646,000
対策前に対する割合	63%	75%	72%	66%	79%

### 2.3.4 山腹緑化（水系砂防）による経済的効果

小江全流域に対する、水系砂防による経済効果も、代表流域で述べた要領に基づき算定を行った。その結果は表 7.5.1 に示すように、IRR で 11.2%と比較的高い数字が得られており、また割引率 8%を適用したときの B/C は 1.39 と十分経済的に投資可能な数字となっている。

表 R H.20 代表流域の費用便益検討結果

事業	費用		便益		内部 収益率 (%)	純経済 価値 NPV (B-C)	便益・費 用 比率 B/C
	単純合計 (千元)	現在価値 (千元)	合計 (千元)	現在価値 (千元)			
1. 豆腐沟	9,856	7,347	55,817	9,246	9.79	1,899	1.26
2. 乌龙河	68,733	51,240	346,888	62,503	9.60	11,263	1.22
3. 东川市街地	17,767	13,245	110,483	18,681	10.86	5,437	1.41
4. 桃家小河	36,300	27,062	219,589	37,108	10.59	10,046	1.37
代表流域全体	132,655	98,895	750,777	127,539	10.07	28,644	1.29

注) 現在価値の基準年は2005年、割引率は8%

### 3. 優先流域での山腹緑化計画

#### 3.1 豆腐沟流域での山腹緑化計画

##### 3.1.1 現状調査

##### 1) アンケート調査結果

アンケート調査は前章で述べた内容であるが、特にこのうち豆腐沟流域だけを取り出して、その内容を分析すると次のようになっている：

##### a) 林業一般についての特徴

##### i) 林地面積の分布状況

豆腐沟流域にある組数25組のうち回答のあった20組についての林地面積の分布状況をみると組全体の面積に対する割合は図H.6(1)に示す通り、0~1まで分布がみられる。ただ、平均的には0.4となっており、優先流域全体で見た場合での比較では全体が平均0.55であるのに対しやや低くなっている。

##### ii) 樹種の分布

豆腐沟流域での樹種の分布および造林樹種の分布をみると、下図に示すように雲南松の分布が70%以上を占めている。またこのうち、造林樹種だけでみると雲南松がやはり多くついで銀合歡、ドクウツギとなっている。

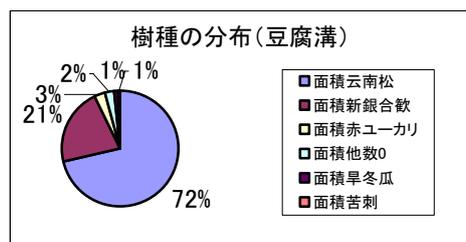


図 R H. 4 8 樹種の分布

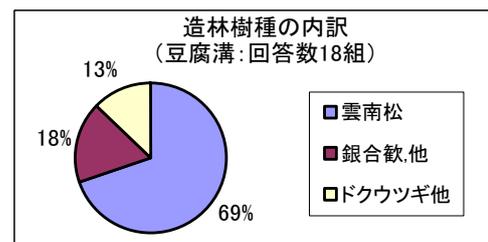


図 R H. 4 9 造林樹種の内訳

iii) 生態林・経済林・薪炭林の割合

豆腐沟流域にある林地での生態林・経済林・薪炭林の割合は全体でみるとその割合が 78%、7%、15%であるのに対し、当流域だけ取り出してみると 54%、8%、38%と経済林の割合が非常に高くなっている。(図 H.6 (1) 参照)

iv) 造林実施後の生育状況

造林実施後の生育状況をみると全体でみると順調とほぼ順調が 45%、34%と約 80%を占め、非常に悪いは 20%程度であるのに対し、当流域では非常に悪いがほぼ 50%を占めており、当流域での造林の難しさが挙げられる。その理由としては旱魃・水不足が 71%を占めており、他には土壌が悪いという結果が出ている。(図 H.6 (1) 参照)

v) 造林実施上の問題点

造林実施上の問題点としては、全体でみた場合と同様、樹種の問題・気温・給水・土壌・斜面傾斜角度などがあげられている。特に当流域の場合は雨・給水の問題が造林実施上の大きな問題として挙げられている。

b) 退耕還林について

i) 退耕還林実施実績

退耕還林の実施実績は図 H.6(2)に示すように、主に 2001 年～2003 年にかけて集中的に行われたが、それ以前また昨年もほとんど実施されていない。この退耕還林で植樹された樹種は右図に示すように有効回答から見る限りでは合歡・ユーカリが多く、次いで山椒・桑が植樹されている。

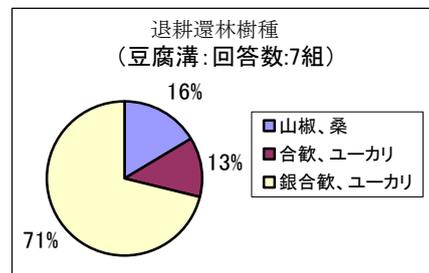


図 R H. 5 0 退耕還林造林樹種

ii) 退耕還林実施による生活の変化

退耕還林実施による生活の変化は全体対象にしたケースと同様、回答数は少ないものの退耕還林実施に伴う補償によって、収入が増加し生活は楽になったという結果が 62%となっている。ただ、補償が打ち切られた後の生活見通しについては、見通しがあるという答えが 100%ながらその具体的内容明確でなく、むしろ政府に頼るといのが実態のようである。(図 H.6 (2) 参照)

c) その他林業に関わる問題

i) 水の供給について

造林のための水の供給をどうしているかとの問い合わせに対し、図 H.6 (3)にあるように供給しているケースが 25%で残り 75%については供給を

していない。この理由として水源が無い・雨に頼るといふ答えが 58%を占めている。

## ii) 経済林生産物の消費地

当流域の場合、経済林生産物の消費は 100%地元での消費になっており、東川市街地や他の地域への搬送はされていないようである。

## iii) 木材へのエネルギー依存割合

当流域では、木材へのエネルギー依存割合が非常に高くなっている。回答を見る限りではほぼ 100%近くが木材を全エネルギーとして依存している状況になっている。ただ、他のエネルギーも利用されており、電気・バイオマスが使われている。(図 H.6 (3) 参照)

## d) 棚畑化について

当流域はアンケート結果を見る限りでは棚畑化された個所についての回答がえられたのは 1 組しかなく、特に詳細な情報は得られなかった。(図 H.6 (3) 参照)

## 2) ワークショップの実施

### a) ワークショップ開催

上記アンケート調査に続き、山腹緑化に関わる問題について住民の意見を直接聞く目的で 2 箇所の組でワークショップを行った。

表 R H. 2 1 ワークショップ開催場所及び参加者数

組名称	村委員会	参加人員数	適用
四角地	安楽箒	38	
大横路	播卡	39	

### b) ワークショップ実施手順及び討議内容

ワークショップはまず参加者全員に表 H.19 に示すアンケートに答えてもらい、さらに以下の内容について討議を行った。

- (i) 造林についてその必要性・目的・実施責任者・樹種の選定など
- (ii) 退耕還林について今後の必要性
- (iii) 棚畑化の必要性・効果・実施責任者など

### c) ワークショップの結果

#### i) アンケートの結果

ワークショップ参加者を対象に行ったアンケートの結果を図 H.7 に示す。

参加者の年齢構成は10歳代～60歳代で主には20歳代～40歳代で占められていた。これらの人に対するアンケートの結果から主に次のことがいえる。

- 各参加者の所有する林地面積をみると、10畝以上の広大な林地を所有している人から1畝以下の所有までかなり分布が広がっているが、平均的には1畝～5畝程度の面積所有者が46%と多くなっている。
- 造林の樹種として生態林・経済林・薪炭林の比率で薪炭林の割合が比較的高くなっている。これは、この流域の住民が燃料に木材を大きく依存していることから来ている。(後述の“造林についての議論参照”)
- 棚畑化を実施した農家は参加者の40%で、今後実施を予定している農民(75%)の期待する資金源は中央政府が30%であるのに対し、個人負担と考える農家が22%と自力で実施することを考えている割合が比較的高い。
- 棚畑化における協力の形態としては有償・無償での労働力提供がほぼ拮抗している。
- 棚畑化する理由についてはここでは作業が楽になる、栽培作物転換、生産性向上、保水機能向上がほぼ同じような重みで挙げられている。
- 傾斜農地の何割を棚畑化したいかについては、50%～全部という答えが合計で94%となっており、傾斜農地を出来るだけ棚畑化したいという考えが伺える。

## ii) 造林についての議論

造林についての議論は以下の通りである：

- 造林の主な目的として、燃料問題の解決が挙げられる。その他には水土保持、収入の増加、子孫に福を残す等が挙げられる。
- 生態林、経済林、薪炭林のうち主には生態林であるが、これらを一定の割合で植樹するのがいい。生態林としては雲南松、ユーカリ等、また経済林は柿、ミカン、胡桃等、薪炭林としてユーカリ、銀合歡、ハンノキ等が挙げられる。
- 造林実施上の問題は水源不足、資金不足が大きな問題である。他に苗木がない、扶育管理がよくない等の問題もある。
- 造林に対する住民の参加形態としては、積極的に参加し政府も補助金を出してもらうというのが、総括的考えである。

## iii) 退耕還林についての議論

退耕還林についての議論は次のようである：

- 退耕還林については基本的に皆賛成で今後も継続していくべきである。
- 補助については、現在の補償期間の終了後も継続してもらいたい。

## iv) 棚畑化についての議論

棚畑化についての議論はつぎのようである：

- 棚畑化は必要である。
- 理由としては耕作が楽になる、収穫量が増加する、水土保持、保水機能の向上があげられる。
- 棚畑化の実施については住民が労働力を投入して国が補助金を出す形が望ましい。

## 3) 土地利用調査結果

土地利用状況については、本調査で撮影した2万分の1の航空写真とさらにそれをもとに作成した5千分の1地形図から土地利用図を作成し、この土地利用図を基に農地・荒地・林地・草地などの種別に対して各面積を計算した。この結果は下表に示す通りである。

表 R H. 2 2 土地利用面積

土地利用項目		面積 (Km <sup>2</sup> )	面積割合 (%)	適用
耕地	水田	0.01	0.06	
	畑地	4.17	25.72	
	その他	0	0.00	野菜地等
	合計	4.18	25.79	
林地	森林	4.1	25.29	
	経済林	0.02	0.12	
	灌木林	0.85	5.24	
	疎林	0.01	0.06	
	幼林	0.31	1.91	
	その他	0	0.00	苗畑、竹林等
合計	5.28	32.57		
荒地・草地	草地	5.35	33.00	
	半荒草地	0.35	2.16	
	合計	5.7	35.16	
集落	0.18	1.11		
その他	0.87	5.37	水域、未利用地等	
合計	16.21			

この結果から以下のことがいえる：

- (a) 全体でみた林地・耕地・荒地草地の割合で見ると、それぞれ 33%、26%、35%

で林地がほぼ 3 分の 1 を占めている。

- (b) 森林被覆率は東川区全体で 2001 年時点、31.9%を示しているが、当流域はこれを若干上回っている数字となっている。このことから、一応造林が進み、自然環境修復もなされていることが伺える。
- (c) しかし、一方で草地もやはり約 3 分の 1 とかなり残っており、造林すべき面積も多い。（この草地面積は基本計画立案時に東川区の草地面積から推定した値に比べほぼ同様の値となっている。）
- (d) 林地の内容をみると、森林・灌木林・幼林などの面積割合で森林が大きな割合を示している。前述の小組アンケート結果では経済林は造林面積の 8%程度を占めていることになっているが、この数字を見る限りではそれほど大きな割合にはなっていない。これは経済林が他の樹木と混じっているか、小規模で点在しているため、判読されなかった部分があるためと考えられる。

なお、この土地利用を標高別、角度別に示すと下記の表のようになっている：

表 R H. 2 3 標高別・角度別土地利用面積（単位：km<sup>2</sup>）

地目	標高0-1500m		1500-2400m		2400-3000m		3000m以上		合計	
	≤45度	>45度	≤45度	>45度	≤45度	>45度	≤45度	>45度	≤45度	>45度
林地	0.606	0.048	4.170	0.447	0	0	0	0	4.776	0.495
耕地	0.606	0.122	3.207	0.240	0	0	0	0	3.813	0.362
草地・半荒れ草地	2.708	0.823	1.697	0.469	0	0			4.405	1.292
その他	0.000	0.000	0.009	0.001	0	0	0	0	0.009	0.001
合計	3.920	0.993	9.083	1.157	0.000	0.000	0.000	0.000	13.003	2.150

#### 4) 崩壊地面積

崩壊地の面積は地形分類図による崩壊地面積を土地利用分類ごとに取り出して求めた。結果は下記の表に示す通りである。これからみると、山腹緑化による対策の可能な傾斜角度 45 度以内の崩壊地面積は当流域内に 0.46km<sup>2</sup> 存在する。

表 R H. 2 4 崩壊地面積（単位：1,000m<sup>2</sup>）

崩壊地地目	1500m以下		1500-2400m		2400-3000m		3000m以上		合計	
	≤45度	>45度	≤45度	>45度	≤45度	>45度	≤45度	>45度	≤45度	>45度
林地	13.8	5.3	51.8	13.2	0.0	0.0	0.0	0.0	65.6	18.5
耕地	17.3	3.0	10.9	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	28.3	5.1
草地・半荒れ草地	293.9	159.6	73.5	40.5	0.0	0.0	0.0	0.0	367.4	200.1
その他	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合計	325.0	167.9	136.2	55.8	0.0	0.0	0.0	0.0	461.2	223.7

#### 5) ガリーを含む 0 次谷の距離

同じく地形分類図からガリーを含む 0 次谷の距離を GIS データに基づき集計した結果、延べ 88km の存在が確認された。

## 6) 傾斜農地面積

前述の土地利用面積の中から、特に耕地だけを取り出して、地形判読及び GIS データに基づく傾斜分布から傾斜角度ごとその面積を求めると下記の表のようになる。これからも分かるように、当流域では 15 度以下の傾斜農地の割合は多く棚畑（田）化が進められていることが推察され、これからみると本計画で棚畑（田）化の対象とする、15 度～25 度の範囲に傾斜農地は 0.85km<sup>2</sup>の約 20%となっている。

表 R H. 2 5 傾斜農地面積

傾斜角度	面積(km <sup>2</sup> )	割合(%)	適用
15度以下の耕地	2.51	59.99	畑・水田・野菜地の合計
15 度～25度	0.85	20.36	
25度以上	0.82	19.72	
合計	4.18	100	

### 3.1.2 山腹緑化計画策定条件の設定

ここでは、現状調査の結果を受けて山腹緑化計画策定の基本条件を策定する。なお山腹緑化計画は次のものを対象に行う：

#### 1) 山腹緑化工計画対象の構成

山腹緑化工計画対象の構成は大きく次ぎのものからなる：

##### a) 造林及び山腹工の設置（ここでは生物的対策と呼ぶ）

造林及び山腹工の設置対象となるのは次の 2 ケースである：

- (i) 造林及び山腹工前述土地利用分類のうち標高 3,000m以下、傾斜角度 45 度以内の草地・半荒れ草地に対する造林
- (ii) 同じく標高 3,000m以下、傾斜角度 45 度以内の崩壊地（林地・耕地・草地内にある）に対する造林+山腹工

##### b) ガリーの侵食対策及び棚畑（田）化（ここでは構造物対策と呼ぶ）

ガリーの侵食対策及び棚畑（田）化は次のケースで行う：

- (i) ガリーを含む 0 次谷の延長のうちガリーと想定される部分に対する対策工の設置（対策工については、基本計画では山腹工を設置することで検討したが、後述するように、緊急プロジェクトでは谷止め工を設置する。）
- (ii) 15 度～25 度の範囲内にある傾斜農地の棚畑（田）化

#### 2) 生物的対策

生物的対策では上述のように造林もしくは造林+山腹工を行うが、これを計画する上で必要のある基本条件は次のものである：

- (a) 対策対象となる土地面積の設定

## (b) 造林実施条件の設定

## a) 造林対象（もしくは+山腹工）となる土地面積の設定

造林対象（もしくは+山腹工）となる土地面積は前述の土地利用から得られる草地・半荒草地の80%の面積と地形判読を通じて、各土地利用の中で判読される崩壊地面積（同じく80%）である。先述のように、土地利用面積は5000分の1地形図にもとづいて、また地形判読による崩壊地面積は2万分の1航空写真に基づいて作成されている。（図 H.8 及び図 H.9 参照）この草地面積及び崩壊地面積は標高ごとに集計すると下記の表のようになる（標高3,000m以上及び傾斜角度45度以上の斜面は除く）：

表 R.H.26 造林対象面積の選定（単位：km<sup>2</sup>）

地被状況		標高（m）			合計
		1500 以下	1500-2400	2400-3000	
草地・半荒草地		2.166 (2.708)	1.358 (1.697)	0 (0)	3.524 (4.405)
崩壊地	草地・半草地	0.234 (0.293)	0.059 (0.074)	0 (0)	0.294 (0.367)
	耕地	0.014 (0.017)	0.009 (0.011)	0 (0)	0.022 (0.028)
	林地	0.011 (0.014)	0.042 (0.052)	0 (0)	0.053 (0.066)
	計	0.260	0.109	0	0.369

（ ）内の数字は80%をかける前の土地利用図及び地形分類図読み取り面積

このうち造林+山腹工を設置するのは崩壊地（荒山草地、耕地、林地）の区域に対してである。（図 H.10 参照）

## b) 造林実施条件の設定

造林実施の条件として下記に示すものを設定する：

- (i) 造林の割合設定（生態林、経済林、薪炭林）
- (ii) 造林樹種の設定
- (iii) その他造林に必要なインフラ設定（管理道路、保護員小屋の設置）

## i) 造林の割合設定

前述の当流域の特性で述べたように、当流域では薪炭林の必要性が非常に高くまた経済林の要望も高くなっているが、荒地・草地の各種造林条件からこれらの要望を取り入れることは難しく、従来の東川区での適用方針に従い生態林・経済林・薪炭林の植樹面積割合を80：8：12とする。

## ii) 造林樹種の設定

造林樹種は一般に標高ごとの適正樹種として表 H. 20 に示すものが適用されている。各造林対象地の条件から、最適なものとして、表 H. 21 に示す造林樹種を選定した。

### iii) その他造林に必要なインフラ設定（管理道路、保護員小屋の設置等）

その他造林に必要な種々のインフラのうち、特に事業費の大きな項目である管理道路、保護員小屋などを「雲南省国営林場設計規定」に基づき整備する。この付帯施設の基準は下記の表のようである：

表 R H. 2 7 付帯施設設置基準

施設	細目	整備基準
道路	防火帯道路	10m/ha
	巡視用簡易道路	10m/100ha
	歩行用道路	50m/100ha
保護員小屋 (20m <sup>2</sup> /人)		保護員 5-6 名に 1ヶ所 (保護員は 1人/0.7km <sup>2</sup> (1人/1000 畝) の割合で配置)

### iv) 維持管理費

維持管理費は車両・事務所機材、保護員給与、付帯施設補修などが含まれる。(造林そのものの養生・保育は別途造林費用に含まれている。) この費用は 4 流域全体で以下の表のようになる。

表 R H. 2 8 維持管理費

項目	細目	数量	価格(千元/年)
造林事業管理弁公室	車両・事務所機材	1式	30
流域造林管理所	車両・事務所機材	1式	60
人件費	保護員給与	75名	450
付帯施設補修	道路・保護員小屋	1式	5
その他雑			1
計			546

この費用は後に述べる 4 流域の初期投資費用（総計：117 百万元）の約 0.5%に相当する。ここではこのことから年間の維持管理費用としては初期投資費用の 0.5%を見込む。

## 3) 構造物対策

構造物対策で基本条件設定が必要な項目は次の 2 つである：

- (a) ガリー侵食地の延長及び谷止め工の設置間隔及び設置個数
- (b) 棚畑(田)化面積の設定

### a) ガリー侵食地の延長及び谷止め工の設置間隔及び設置個数

#### i) ガリー侵食対策について

ガリー侵食対策について、基本計画は広範囲に渡る侵食対策の一貫として面的な対策工法である山腹工を設置することで検討した。しかし、緊急プロジェクトで各対象 4 流域のガリー侵食状態をみると面的な対応よりもむしろ線的な対応である谷止め工を設置するのがより適正と判断され、ここではこれを設置することとする。

図 H. 8 に谷止め工の標準図および単価を示す。

## ii) ガリー侵食地の延長

谷止め工を設置する場合そのまずその対象区間延長が問題となる。ガリー侵食地と 0 次谷の区別は地形判読からはほとんど不可能で区別はつきがたいが、ここでは現地での視察結果も参考に、20,000 分の 1 地形図判読によるガリー侵食地を含む 0 次谷の延長の半分 (50%) をガリー延長とする。但し、このガリー延長区間すべてに谷止め工を設置することは、その地理的条件から考えて現実的ではなく、ここではこのガリー延長のさらにその半分の区間に谷止め工を設置するとする。

当流域のガリー侵食地を含む 0 次谷の延長は前にも述べたように (3.1.1., 5) 参照) 88km になっている (ガリーの位置は図 H. 11 参照)。このことからガリー侵食対策に設置する谷止め工設置区間距離は  $88\text{km} \times 0.5 \times 0.5 = 22\text{km}$  となる。

## iii) 谷止め工の設置間隔及び設置基数

谷止め工の設置間隔はガリーの河床勾配と谷止め工の標準高さで決定される。ガリーの平均河床勾配は、図 H. 10 に示す地形分類図及び GIS データによる傾斜分布を参考に、種々のガリーを抽出しその平均勾配を計算した。その結果、全体の平均値として 15 度の値を採用し、ここではこの値をガリーの平均勾配として適用する。

また谷止め工の堆砂勾配については、ガリーでは大量の土砂が供給されるためかなり元河床に近づくものと考え、元河床の 80% (4/5) と仮定する。この状態で平均谷止め工高さを 2m と設定して設置間隔を求めると 37m ごとに 1 基必要になり、先のガリー侵食地の延長距離をこの間隔で除すると、その設置個数は 595 基となる。(図 H. 11 参照)

## b) 棚畑 (田) 化面積の設定

棚畑(田)化の面積は前述のように土地利用図から求められる農地面積、傾斜区分図による 15 度～25 度の範囲にある傾斜農地、さらにその傾斜農地に対して地形判読による既に棚畑 (田) 化された面積を除いて求められる。図 H. 13 に最終的に得られた傾斜農地の区域を示す。この面積の総計は 0.85km<sup>2</sup> になっている。

### 3.1.3 計画策定

前述の基本条件を基に生物的対策と構造物対策から構成される当流域の水系砂防対策の計画策定を行う。

## 1) 生物的対策

## a) 荒地草地に対する造林

## i) 計画諸元

荒地草地に対する造林について、5,000分の1地形図を用いて、図H.12に示すように各小区域に分割し、それぞれについて生態林・経済林・薪炭林の割合及び地域特性を考慮しながら前述のように造林樹種を決め、各樹種の植樹面積を求めた。表H.21に造林樹種面積を示す。

造林に必要な道路整備延長、保護員小屋等付帯施設の量は下表に示す通りである。

表 R H. 2 9 付属施設数量

項目	細目	数量	適用
道路	防火帯	6km	
	巡視保護用	10km	
	歩行者用	23km	
保護員小屋(6名)		120m <sup>2</sup>	20m <sup>2</sup> /人

## ii) 事業費算定

上述の各樹種ごとの植樹面積に対して、植樹単価を乗じて植樹の事業費を算定、その他、道路整備延長、保護員小屋などの付帯事業も合わせて表H.22及びH.23に示す。

## iii) 便益算定

荒山草地の造林に対する便益は以下の項目である。

- 流出土砂の抑制効果
- 造林による温暖化ガス吸収効果及び保水効果
- 経済林植樹による生産効果

これらの効果をまとめて表H.24に示す。

## b) 崩壊地に対する造林+山腹工

## i) 計画諸元

崩壊地に対する造林及び山腹工の対象面積は前述の表RH.26に示すとおりである。この崩壊地に対する造林は基本的に生態林を植樹する。植樹樹種は荒山草地と同様、その標高で比較的乾燥に強い樹種を選定する。表H.25に各樹種の植樹面積を示す。

## ii) 事業費の算定

事業費は造林費用及び山腹工の設置費用である。上記面積に各樹種ごとの造林単価及び面積当たりの山腹工単価を乗じて事業費を算定する。下表にその結果を示す。(表 H. 25 参照)

表 R H. 3 0 崩壊地造林事業費

崩壊地地目	事業費 (千元)	適用
林地	510	
耕地	219	
草地・半荒れ草地	2,845	
合計	3,574	

### iii) 便益算定

崩壊地に対する造林+山腹工の便益は、前項荒山草地に対する便益とほぼ同様であるが、経済林は植樹しないので、これを除いた以下のものである。

- 流出土砂の抑制効果
- 造林による温暖化ガス吸収効果及び保水効果

表 H. 26 に便益計算の取りまとめ結果を示す。

## 2) 構造物対策

### a) ガリー侵食地に対する谷止め工設置

#### i) 計画諸元

ガリー侵食地に対する谷止め工の数量は前述のように全体で 595 基を整備する。(4.3.2, 2), a))

#### ii) 事業費の積算

事業費は、上記の谷止め工の総基数に 1 基当たりの単価(図 3.3.2 参照)を乗じて求める。下表に事業費を示す。

表 R H. 3 1 ガリー侵食対策事業費

谷止め工基数	単価	事業費 (千元)	適用
595	3,640 元/基	2,166	

### iii) 便益算定

ガリー侵食地に対する谷止め工設定の便益としては、基本的にガリー侵食による土砂生産量の抑制である。この抑制効果量及び便益は下表に示す通りである。

表 R H. 3 2 ガリー侵食対策事業費

効果項目	効果量	便益原単位 (千元)	便益額 (千元)
表面侵食抑制効果	22kmx400m <sup>3</sup> /km= 8,800m <sup>3</sup>	9 元/m <sup>3</sup> /年	79.2

## b) 傾斜農地の棚畑 (田) 化

## i) 計画諸元

棚畑 (田) 化する傾斜農地の対象地域は図 H. 13 に示す通りである。傾斜農地面積は前にも示したように、集計すると総計 0.85km<sup>2</sup> (1,274 ムー) になる (表 RH. 30 参照)。

## ii) 事業費の積算

棚畑 (田) 化に要する事業費は石積み工+土の切り盛り費用である。この単価は前に述べたように 2.3 元/m<sup>2</sup> (1,534 元/畝) でこれに棚畑 (田) 化面積を乗じて事業費を求める。下表に事業費を示す。

表 R H. 3 3 棚畑 (田) 化事業費

棚畑(田)化面積(km <sup>2</sup> )	単価 (千元/km <sup>2</sup> )	事業費 (千元)	適用
0.85 (1,274)	2,300 (1.53)	1,955	( )内は畝表示

## iii) 便益の算定

傾斜農地の棚畑 (田) 化の便益は生産土砂の抑制効果と農地改良効果である。このうち生産土砂の抑制効果は m<sup>3</sup> 当たりの抑制量で表される。また農地改良効果については前に述べた如く 0.15 元/m<sup>2</sup> (100 元/畝) を適用する。下表に便益算定結果を示す。

表 R H. 3 4 棚畑 (田) 化便益

便益項目	評価量	便益原単位	便益(千元)
生産土砂の抑制効果	0.85km <sup>2</sup> x 4,000m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> =3,400m <sup>3</sup>	9 元/m <sup>3</sup>	30.6
農地改良効果	0.85km <sup>2</sup> (1,274)	150 (千元/km <sup>2</sup> ) (100)	127.5 ( )内は畝表示

## 3) 計画数量・事業費・便益取りまとめ

前述の生物的対策、構造物対策の計画数量、事業費、便益を取りまとめて表 H.27 及び表 H.28 に示す。この結果豆腐河流域の水系砂防対策に対する事業費、年間維持管理費 (事業費の 0.5%) 及び便益は下記ようになる：

総事業費：11,101 (千元)

年間維持管理費：55.5(千元/年)

総便益：1,218 (千元/年)

### 3.2 烏龍河流域での山腹緑化計画

#### 3.2.1 現状調査

##### 1) アンケート調査結果

アンケート調査は前章で述べた内容であるが、特にこのうち烏龍河溝流域だけを取り出して、その内容を分析すると次のようになっている：

##### a) 林業一般についての特徴

##### i) 林地面積の分布状況

烏龍河流域にある組数115組のうち回答のあった38組についての林地面積の分布状況を見ると組全体の面積に対する割合は図 H. 14 (1) に示す通り、0~1 まで分布がみられるが、平均的には0.6 となっており、優先流域全体で見た場合での比較では全体で 0.55 であるのに対しやや高くなっている。

##### ii) 樹種の分布

烏龍河流域での樹種の分布および造林樹種の分布をみると、下図に示すように雲南松・華山松の分布が70%以上を占めている。またこのうち、造林樹種だけでみると雲南松・華山松がやはり多くついでドクウツギ、銀合歓、ユーカリとなっている。

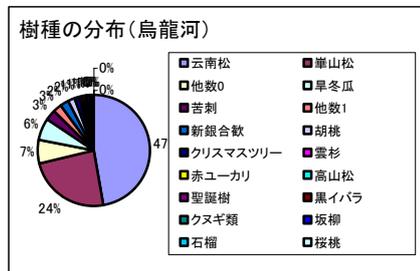


図 R H. 5 1 流域内樹種の分布

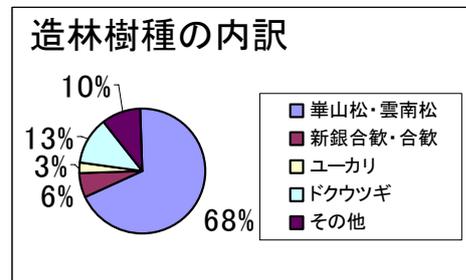


図 R H. 5 2 造林樹種の内訳

##### iii) 生態林・経済林・薪炭林の割合

烏龍河流域にある林地での生態林・経済林・薪炭林の割合は全体でみるとその割合が78%、7%、15%であるのに対し、当流域だけ取り出してみると84%、7%、9%とほとんど生態林で占められており、経済林・薪炭林の割合は低い。(図 H. 14 (1) 参照)

##### iv) 造林実施後の生育状況

造林実施後の生育状況をみると全体でみると順調とほぼ順調が45%、34%と約80%を占め、非常に悪いは20%程度であるのに対し、当流域では非常に悪いが17%で、当流域では造林が比較的うまくいっていると考えられる。(図 H. 14 (1) 参照)

##### v) 造林実施上の問題点

造林実施上の問題点としては、全体でみた場合と同様、樹種の問題・気温・給水・土壌・斜面傾斜角度などがあげられている。特に当流域の場合は雨・給水の問題が造林実施上の大きな問題として挙げられている。(図 H.14 (1) 参照)

**b) 退耕還林について**

**i) 退耕還林実施実績**

退耕還林の実施実績は図 H.14 (2) に示すように、主に 2001 年～2003 年にかけて集中的に行われたが、それ以前また昨年もほとんど実施されていない。

この退耕還林で植樹された樹種は右図に示すように有効回答から見る限りでは合歓・ユーカリが多く、次いで山椒・桑が植樹されている。

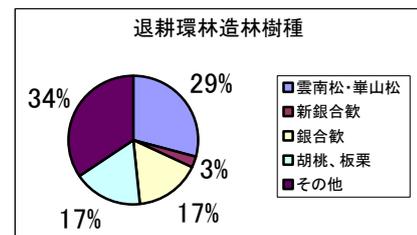


図 R H. 5 3 退耕還林造林樹種

**ii) 退耕還林実施による生活の変化**

退耕還林実施による生活の変化は全体対象にしたケースと同様、回答数は少ないものの退耕還林実施に伴う補償によって、収入が増加し生活は楽になったという結果が 88%となっている。ただ、補償が打ち切られた後の生活見通しについては、見通しがあるという答えは 7%しかなく、ほとんど見通しを持っていない。(図 H.14 (2) 参照)

**c) その他林業に関わる問題**

**i) 水の供給について**

造林のための水の供給をどうしているかとの問い合わせに対し、図 H.14(4)にあるように供給しているケースが 21%で残り 79%については供給をしていない。この理由として水源が無い・雨に頼るといった答えが 69%を占めている。

**ii) 経済林生産物の消費地**

当流域の場合、経済林生産物の消費は 23%が地元で、一方东川市街地に場所的に近く交通の便も比較的いいところから市街地での消費が 61%となっている。

**iii) 木材へのエネルギー依存割合**

当流域では、他の流域に比べ (42%が全エネルギー依存、53%が一部依存)、木材へのエネルギー依存割合がやや低く、全エネルギー依存は 36%にとどまっている。また他のエネルギーとしては他の流域と同様、電気、バイオマスが使われている。(図 H.14 (4) 参照)

## d) 棚畑化の問題

## i) 棚畑化面積

棚畑の一般情報として、各組における全農地面積、傾斜地面積、棚畑化面積について問い合わせた結果をみると、まず全農地面積については 201 組のうち 62 組から回答があり、平均では 274 畝の農地面積があった。このうち、傾斜農地について 56 組から回答を得、その平均面積は 155 畝、また棚畑化面積は 45 組からの回答で 75 畝となっている。この答えから見る限りでは全農地面積のうち約半分が傾斜農地でさらにその約半分が棚畑化されていると考えられる（図 H. 14 (5) 参照）。

## ii) 棚畑化の資金源

棚畑化をするための資金源としては 40%が個人による負担で実施しており、他では農建弁が 16%、水務局による資金提供が 20%となっている。その他に郷政府からの資金提供が 12%行われている。

## iii) 棚畑化による生産量の増加

棚畑化による効果の大きいものとして、生産量の増加があげられるが、これについての質問では、図 H. 14 (5) に示すように 20%~40%近く生産量が増加したとの結果が出ている。

## iv) 棚畑化による作業の変化及び栽培作物の変化

棚畑化によって作業が楽になったという答えが 68%あり、また栽培作物が変化したという答えは 72%に及んでいる（図 H. 14 (5) 参照）。

## 2) ワークショップの実施

## a) ワークショップ開催

上記アンケート調査に続き、山腹緑化に関わる問題について住民の意見を直接聞く目的で 3 箇所の組でワークショップを行った。

表 R H. 3 5 ワークショップ開催場所及び参加人数

組名称	村委員会	参加人員数	適用
大坪灘	碑棋村委員会	59	
李家湾	砲馬委員会	41	

## b) ワークショップ実施手順及び討議内容

ワークショップはまず参加者全員に表 H. 19 に示すアンケートに答えてもらい、さらに以下の内容について討議を行った。

- (i) 造林についてその必要性・目的・実施責任者・樹種の選定など
- (ii) 退耕還林について今後の必要性
- (iii) 棚畑化の必要性・効果・実施責任者など

## c) ワークショップの結果

### i) アンケートの結果

ワークショップ参加者に出したアンケートの結果を図 H. 15 に示す。

この結果から主に次のことが言える：

- 造林の樹種としては基本的には生態林よりも経済林を希望している。
- 棚畑については、60%が既に実施しているが、今後予定している農民が期待する資金源は個人負担(7%)よりも中央政府に大きく依存(67%)している。
- また棚畑化における協力の形態は有償で労働力を供給するという答えが多く67%を占めている。
- 棚畑化する理由については、保水機能の向上がほぼ50%を占めている。
- 傾斜農地の何%を棚畑化したいかという問いに対しては、50%以上が多くすべてという答えも33%に及んでいる。

### ii) 造林についての議論

造林についての議論としてまず造林の目的と必要性について、各自積極的に意見を出してもらった。その結果、次の意見がまとめられた：

- 造林の目的は環境美化・エネルギー源・水土保持・防災・子孫のため・生態保護・収入増加など種々のことが考えられる。住民の総括的な意見としては中でも子孫のためと収入増加という点に目的の重点を置いている。
- 造林の必要性は上記の目的・効果から考えても明らかである。
- 造林を実施する上で、希望する樹種としては生態林とともに経済林に重点を置きたい。
- 造林実施上の問題としては資金・維持管理・アクセス・技術・水源・苗木・設備・農業林業放牧間の矛盾といろいろ指摘されるが、究極的には資金問題が一番重要である。

### iii) 棚畑化についての議論

棚畑化についての議論はアンケート結果とほぼ重複するが、期待される効果は高く、積極的に推進して行くべきであるというのが結論で、ただ棚畑化の対象となる土地はこの組ではそれほど残っていないということも私的にされている。

## 3) 土地利用調査結果

土地利用状況については、本調査で撮影した2万分の1の航空写真とさらにそれをもとに作成した5千分の1地形図を基に農地・荒地・林地・草地などの種別に対して各面積を計算した(図 H. 16 参照)。この結果は下表に示す通りである。

表 R H. 3 6 土地利用調査結果

土地利用項目		面積 (Km <sup>2</sup> )	面積割合 (%)	適用
耕地	水田	7.67	5.77	
	畑地	43.02	32.38	
	その他	0.2	0.15	野菜地等
	合計	50.89	38.30	
林地	森林	32.66	24.58	
	経済林	1.16	0.87	
	灌木林	0.98	0.74	
	疎林	0	0.00	
	幼林	13.92	10.48	
	その他	0.1	0.08	苗畑、竹林等
	合計	48.82	36.75	
	荒地・草地	合計	26.89	20.24
	草地	23.78	17.90	
	半荒草地	3.11	2.34	
	集落	1.71	1.29	
	その他	4.55	3.42	水域、未利用地等
	合計	132.86		

この結果から以下のことがいえる：

- (i) 全体でみた林地・耕地・草地の割合で見ると、それぞれ37%、38%、20%で林地が比較的多く草地・荒地は少ない。
- (ii) 森林被覆率は東川区全体で2001年時点、31.9%を示しているが、当流域はこれよりもかなり大きな数字となっており、かなり造林、自然環境修復がされているのが分かる。
- (iii) 草地も他の流域ほどではないが、ある程度残っており、造林すべき面積がある。この草地面積は基本計画立案時に東川区の草地面積から推定した値に比べ数%少なくなっているが、今回の判読はより精度が高いもので、この値を採用する。
- (iv) 林地の内容をみると、森林について幼林の面積割合が高く、まだ造林後十分生育していない地域の多いことが伺える。
- (v) 経済林はこれを見る限りでは林地の3%未満で、アンケートでみた生態林と経済林割合(林地全体の7%)よりもかなり少なくなっている。これは経済林がある程度点在して、固まって分布している区域が少ないことも理由として考えられる。

- (vi) この土地利用に関して、標高別・傾斜角度 45 度以上の面積割合をみると、次の表に示すように、当流域では 3,000m以上の土地はないが、45 度以上の面積はほぼ全体で 10%程度を占めている

表 R H. 3 7 標高別傾斜別土地利用面積

地目	標高0-1500m		1500-2400m		2400-3000m		3000m以上		合計	
	≤45度	>45度	≤45度	>45度	≤45度	>45度	≤45度	>45度	≤45度	>45度
林地	572.9	90.6	36,124.0	3,490.0	7,865.2	670.7	0.0	0.0	44,562.0	4,251.3
耕地	4,978.6	49.1	38,870.7	1,003.6	5,786.6	183.1	0.0	0.0	49,635.9	1,235.7
草地・半荒れ 草地	3,586.2	2,298.4	16,045.6	3,831.4	913.5	209.4	0.0	0.0	20,545.2	6,339.3
その他	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合計	9,137.6	2,438.1	91,040.3	8,325.1	14,565.2	1,063.2	0.0	0.0	114,743.1	11,826.4

#### 4) 崩壊地面積

崩壊地の面積は地形分類図による崩壊地面積を土地利用分類ごとに取り出して求めた(図 H.17 参照)。結果は下記の表に示す通りである。これからみると、山腹緑化による対策の可能な傾斜角度 45 度以内の崩壊地面積は当流域内に 1.20km<sup>2</sup>存在する。

表 R H. 3 8 崩壊地面積 (単位: 1,000m<sup>2</sup>)

崩壊地地目	1500m以下		1500-2400m		2400-3000m		3000m以上		合計	
	≤45度	>45度	≤45度	>45度	≤45度	>45度	≤45度	>45度	≤45度	>45度
林地	2.3	1.5	325.9	172.2	34.0	8.4	0.0	0.0	362.2	182.2
耕地	10.7	2.5	122.9	34.7	14.7	2.9	0.0	0.0	148.4	40.0
荒地・半 荒れ草地	130.0	136.9	536.0	352.7	20.5	10.0	0.0	0.0	686.5	499.5
計	143.0	140.9	984.8	559.5	69.3	21.3	0.0	0.0	1,197.1	721.7

#### 5) ガリーを含む0次谷の距離

同じく地形分類図からガリーを含む 0 次谷の距離を GIS データに基づき集計した結果、延べ 516km の存在が確認された。

#### 6) 傾斜農地面積

前述の土地利用面積の中から、特に耕地だけを取り出して、地形判読及び GIS データに基づく傾斜分布から傾斜角度ごとその面積を求めると下記の表のようになる。これからも分かるように、当流域では傾斜農地はかなりの割合で棚畑(田)化されており、本計画で棚畑(田)化の対象とする、15 度~25 度の範囲の傾斜農地は 11.13km<sup>2</sup>(耕地面積 50.89km<sup>2</sup>の約 22%)である。

表 R H. 3 9 傾斜農地面積

傾斜角度	面積	割合	適用
15度以下の耕地	28.09	55.20	畑・水田・ 野菜地の合 計
15 度~25度	11.13	21.88	
25度以上	11.67	22.93	
合計	50.89	100	

### 3.2.2 山腹緑化計画策定条件の設定

ここでは、現状調査の結果を受けて山腹緑化計画策定の基本条件を策定する。なお山腹緑化計画は次のものを対象に行う：

#### 1) 山腹緑化工計画の構成

山腹緑化工計画の構成は主に次ぎのものからなる：

##### a) 造林及び山腹工の設置（生物的対策）

造林及び山腹工の設置対象となるのは次の2ケースである：

- (i) 造林及び山腹工前述土地利用分類のうち標高 3,000m以下、傾斜角度 45 度以内の草地・半荒れ草地に対する造林
- (ii) 同じく標高 3,000m以下、傾斜角度 45 度以内の崩壊地（林地・耕地・草地内にある）に対する造林+山腹工

##### b) ガリーの侵食対策及び棚畑（田）化（構造物対策）

ガリーの侵食対策及び棚畑（田）化は次のケースで行う：

- (i) ガリーを含む 0 次谷の延長のうちガリーと想定される部分に対する対策工の設置（対策工については、基本計画では山腹工を設置することで検討したが、緊急プロジェクトでは谷止め工を設置する。（3.1.2. 3）, a) 参照）
- (ii) 15 度～25 度の範囲内にある傾斜農地の棚畑（田）化

#### 2) 生物的対策

生物的対策では上述のように造林もしくは造林+山腹工を行うが、これを計画する上で必要のある基本条件は次のものである：

- (a) 対策対象となる土地面積の設定
- (b) 造林実施条件の設定

##### a) 造林対象（もしくは+山腹工）となる土地面積の設定

造林対象（もしくは+山腹工）となる土地面積は前述の土地利用から得られる草地・半荒草地の 80%の面積と各土地利用の中で判読される崩壊地面積（同じく 80%）である。先述のように、土地利用面積は 5000 分の 1 地形図にもとづいて、また崩壊地面積は 2 万分の 1 航空写真に基づいて作成されている。（図 H. 16 及び図 H. 17 参照）この草地面積及び崩壊地面積は標高ごとに集計すると下記の表のようになる（標高 3,000m以上及び傾斜角度 45 度以上の斜面は除く）：

表 R.H.40 造林対象面積の選定 (単位: km<sup>2</sup>)

地被状況		標高 (m)			合計
		1500 以下	1500-2400	2400-3000	
草地・半荒草地		2.869 (3.586)	12.837 (16.046)	0.731 (0.914)	16.436 (20.545)
崩壊地	草地・半荒れ草地	0.104 (0.130)	0.429 (0.536)	0.017 (0.021)	0.550 (0.687)
	耕地	0.009 (0.011)	0.098 (0.123)	0.012 (0.015)	0.119 (0.148)
	林地	0.002 (0.002)	0.261 (0.326)	0.027 (0.034)	0.290 (0.362)
	計	0.115	0.788	0.056	0.959

( ) 内の数字は 80% をかける前の土地利用図及び地形分類図読み取り面積

このうち造林+山腹工を設置するのは崩壊地 (荒山草地、耕地、林地) の区域に対してである。(図 H.18 参照)

### b) 造林実施条件の設定

造林実施の条件として下記に示すものを設定する：

- (i) 造林の割合設定 (生態林、経済林、薪炭林)
- (ii) 造林樹種の設定
- (iii) その他造林に必要なインフラ設定 (管理道路、保護員小屋の設置)

#### i) 造林の割合設定

前述の当流域の特性で述べたように、当流域では薪炭林の必要性が非常に高くまた経済林の要望も高くなっているが、荒地・草地の各種造林条件からこれらの要望を取り入れることは難しく、現在林業局で目安としている 80 : 8 : 12 を生態林・経済林・薪炭林の植樹面積割合とする。

#### ii) 造林樹種の設定

造林樹種は一般に標高ごとの適正樹種として表.20 に示すものが適用されている。各造林対象地での条件から最適なものとして、表 H.21 に示す樹種を選定した。

#### iii) その他造林に必要なインフラ設定 (管理道路、保護員小屋の設置)

その他造林に必要な種々のインフラのうち、特に事業費の大きな項目である管理道路、保護員小屋などを「雲南省国营林場設計規定」に基づき整備する。

### 3) 構造物対策

構造物対策で基本条件設定が必要な項目は次の 2 つである：

- (a) ガリー侵食地の延長及び谷止め工の設置間隔及び設置個数
- (b) 棚畑(田)化面積の設定

#### a) ガリー侵食地の延長及び谷止め工の設置間隔及び設置個数

##### i) ガリー侵食地の延長

先の基本方針で述べたように、ガリー侵食地の延長は 20,000 分の 1 地形図判読によるガリー侵食地を含む 0 次谷の延長からその 50% とし、さらにその半分の延長に谷止め工を設置する。

当流域のガリー侵食地を含む 0 次谷の延長は図 H. 17 に示すように GIS データに基づき集計すると 516km になっている。このことからガリー侵食地は  $516\text{km} \times 0.5 \times 0.5 = 129 \text{ km}$  となる。

##### ii) 谷止め工の設置間隔及び設置基数

谷止め工の設置間隔は豆腐溝で述べたと同様の考え方から 37m に 1 基必要とし、先のガリー侵食地の延長距離をこの間隔で除すると、その設置個数は 3,486 基となる。

#### b) 棚畑(田)化面積の設定

棚畑(田)化の面積は同じく土地利用図から求められる農地面積、傾斜区分図による 15 度～25 度の範囲にある傾斜農地、さらにその傾斜農地に対して地形判読による既に棚畑(田)化された面積を除いて求められる。図 H. 20 に最終的に得られた傾斜農地の区域を示す。この面積の総計は 11.1km<sup>2</sup> になっている(表 RH. 42 参照)。

### 3.2.3 計画策定

前述の基本条件を基に生物的対策と構造物対策から構成される当流域の山腹緑化計画の策定を行う。

#### 1) 生物的対策

##### a) 荒地草地に対する造林

##### i) 計画諸元

荒地草地に対する造林について、5,000 分の 1 地形図を用いて各小区域に分割し(図 H. 19 参照)、それぞれについて生態林・経済林・薪炭林の割合及び地域特性を考慮しながら造林樹種を決め、各樹種の植樹面積を求めた。表 H. 21 に造林樹種面積を示す。

造林に必要な道路整備延長、保護員小屋面積は下表に示す通りである。

表 R H. 4 1 付帯施設数量

項目	細目	数量	適用
道路	防火帯	19km	
	巡視保護用	15km	
	歩行者用	15km	
保護員小屋(31名)		620m <sup>2</sup>	20m <sup>2</sup> /人

## ii) 事業費算定

上述の樹種ごとの植樹面積に対して、植樹単価を乗じて植樹の事業費を算定、その他、道路整備延長、保護員小屋などの付帯事業費も合わせて表 H. 22 及び H. 23 に示す。

## iii) 便益算定

荒山草地の造林に対する便益は以下の項目である。

- 流出土砂の抑制効果
- 造林による温暖化ガス吸収効果及び保水効果
- 経済林植樹による生産効果

これらの効果をまとめて表 H. 24 に示す。

## b) 崩壊地に対する造林+山腹工

## i) 計画諸元

崩壊地に対する造林及び山腹工の対象面積は表 R H. 41 に示すとおりである。この崩壊地に対する造林は基本的に生態林を植樹する。植樹樹種は荒山草地と同様、その標高で比較的その地の条件に適した樹種を選定する。表 H. 25 に各樹種の植樹面積を示す。

## ii) 事業費の算定

事業費は造林費用及び山腹工の設置費用である。上記面積に樹種ごとの造林単価及び面積当たりの山腹工単価を乗じて事業費を算定する。下表にその結果を示す。(表 H. 25 参照)

表 R H. 4 2 崩壊地対策事業費 (造林+山腹工)

崩壊地地目	事業費 (千元)	適用
林地	2,827	
耕地	1,158	
草地・半荒れ		
草地	5,350	
合計	9,334	

## iii) 便益算定

崩壊地に対する造林+山腹工の便益は、前項荒山草地に対する便益とほぼ同様であるが、経済林は植樹しないので、これを除いた以下のものである。

- 流出土砂の抑制効果
- 造林による温暖化ガス吸収効果及び保水効果

表 H. 26 に便益計算の取りまとめ結果を示す。

## 2) 構造物対策

### a) ガリー侵食地に対する谷止め工設置

#### i) 計画諸元

ガリー侵食地に対する谷止め工の数量は前述のように全体で 3,486 基が必要である (3.2.3 1) b) 参照)。

#### ii) 事業費の積算

事業費は、上記谷止め工の総基数に 1 基あたりの単価を乗じて求める。下表に事業費を示す。

表 R H. 4 3 ガリー侵食対策事業費

谷止め基数	単価	事業費 (千元)	適用
3,486	3,640 元/基	12,691	

#### iii) 便益算定

ガリー侵食地に対する谷止め工設定の便益としては、基本的にガリー侵食による土砂生産量の抑制である。この抑制量及び便益は下表に示す通りである。

表 R H. 4 4 ガリー侵食対策効果及び便益

効果項目	効果量	便益原単位 (千元)	便益額 (千元)
表面侵食抑制効果	129kmx400m <sup>3</sup> /km =51,600m <sup>3</sup>	9 元/m <sup>3</sup> /年	464.4

### b) 傾斜農地の棚畑 (田) 化

#### i) 計画諸元

棚畑 (田) 化する傾斜農地の対象地域は図 H. 20 示す通りである。この対象となる傾斜農地面積は先述のように (3.2.1 6) 参照) 総計 11.13km<sup>2</sup> (16,695 畝) である。

#### ii) 事業費の積算

棚畑 (田) 化に要する事業費は石積み工+土の切り盛り費用である。この単価は前に述べたように 2.3 元/m<sup>2</sup> (1,534 元/畝) でこれに棚畑 (田) 化面積を乗じて事業費を求める。下表に事業費を示す。

表 R H. 4 5 棚畑（田）化事業費

棚畑(田)化面積(km2)	単価(千元/km2)	事業費(千元)	適用
11.13 (16,695)	2,300 (1.53)	25,599	( )内は畝表示

## iii) 便益の算定

傾斜農地の棚畑（田）化の便益は生産土砂の抑制効果と農地改良効果である。このうち生産土砂の抑制効果は m<sup>3</sup> 当たりの抑制量で表される。また農地改良効果については前に述べた如くリース料の差から生産コストを減じた 100 元/畝を適用する。下表に便益算定結果を示す。

表 R H. 4 6 棚畑（田）化による便益

便益項目	評価量	便益原単位	便益(千元)
生産土砂の抑制効果	11.13km <sup>2</sup> x 4,000m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> =44,520m <sup>3</sup>	9 元/m <sup>3</sup>	400.7
農地改良効果	11.13km <sup>2</sup> (16,695)	150 (千元/km <sup>2</sup> ) (100 元/畝)	1,670 ( )内は畝表示

## 3) 計画数量・事業費・便益取りまとめ

前述の生物的対策、構造物対策の計画数量、事業費、便益を取りまとめて表 H.26、表 H.27 に示す。この結果烏龍河流域の水系砂防対策に対する事業費及び便益は下記のようなになる：

総事業費：61,856 (千元)

年間維持管理費：309.3 (千元/年)

総便益：6,459 (千元/年)

## 3.3 東川市街地流域での山腹緑化計画

## 3.3.1 現状調査

## 1) アンケート調査結果

アンケート調査は既に 4 流域まとめて前章で述べているが、特にこのうち東川市街地流域だけを取り出して、その内容を分析すると次のようになっている：

## a) 林業一般についての特徴

## i) 林地面積の分布状況

東川市街地流域では 102 組を対象にアンケートを行ったが、全体的に回答の割合が低く、この林地面積分布に対する回答も 6 組からしか得られなかった。この 6 組の結果から見る限りでは全組の面積に対する林地面積割合は比較的高く、平均で約 0.8 近くになっている。

ii) 樹種の分布

東川市街地流域での樹種の分布および造林樹種の分布をみると、下図に示すように新銀合歓、苦刺がほぼ合わせて 50% となっており他の流域で多く見られる雲南松・崑山松の分布は少なくあわせて 15% 程度にとどまっている。このうち、造林樹種だけでみるやはり新銀合歓・銀合歓が多くあわせて 50% 近くとなっており、雲南松も 22% と比較的多くなっている。

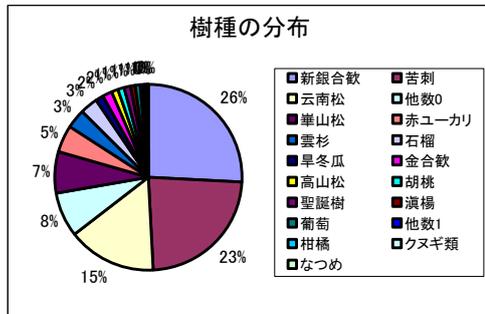


図 R H. 5 4 流域内樹種の分布

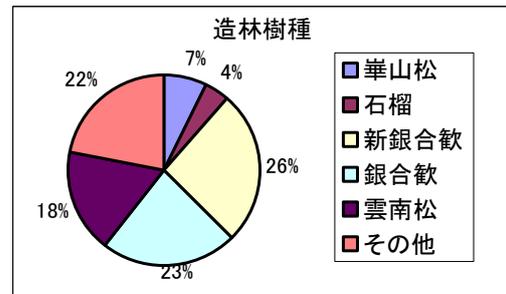


図 R H. 5 5 造林樹種の分布

iii) 生態林・経済林・薪炭林の割合

東川市街地流域にある林地での生態林・経済林・薪炭林の割合は全体で見るとその割合が 78%、7%、15% であるのに対し、当流域だけ取り出してみると 68%、28%、4% と経済林の割合が他に比べ比較的多くなっている。これは、近くに大きな市場を控えていることが要因とかがえらえるが、一方で薪炭林については 4% と少なく、他のエネルギーが利用されていることを伺わせている。(図 H. 21 (1) 参照)

iv) 造林実施後の生育状況

造林実施後の生育状況を見ると全体で見ると順調とほぼ順調が 45%、34% と約 80% を占め、非常に悪いは 20% 程度であるのに対し、当流域では非常に悪いが 25% で、造林が比較的ややうまくいっていない状況になっている。この原因の一つとしてはやはり乾燥地で水不足になっていることがあげられる。(図 H. 21 (1) 参照)

v) 造林実施上の問題点

造林実施上の問題点としては、全体でみた場合と同様、樹種の問題・気温・給水・土壌・斜面傾斜角度などがあげられている。特に当流域の場合は雨・給水・温度・樹種の問題が造林実施上の大きな問題として挙げられている。

b) 退耕還林について

i) 退耕還林実施実績

退耕還林の実施実績は図 H. 21 (2) に示すように、主に 2000 年～2003 年にかけて集中的に行われたが、それ以前また昨年もほとんど実施されていない。

この退耕還林で植樹された樹種は右図に示すように有効回答から見る限りでは胡桃、山椒・ユーカリ等経済林が多く、生態林の代表である華山松などはそれほど植樹されていない。

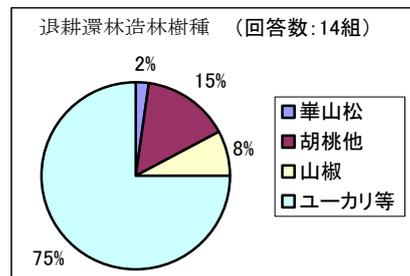


図 R H. 5 6 退耕還林造林樹種

## ii) 退耕還林実施による生活の変化

退耕還林実施による生活の変化は全体対象にしたケースと同様、回答数は少ないものの退耕還林実施に伴う補償によって、収入が増加し生活は楽になったという結果が42%と他の流域に比べ低くなっている。また、補償が打ち切られた後の生活見通しについては、見通しがあるという答えは20%で、やはり見通しを持っているケースは少ない。(図 H. 21 (2) 参照)

## c) その他林業に関わる問題

### i) 水の供給について

造林のための水の供給をどうしているかとの問い合わせに対し、図 H. 21 (3) にあるように供給しているケースはなくほとんど供給をしていない。この理由として水源が無い・コストが高いという答えが93%を占めている。

### ii) 経済林生産物の消費地

当流域の場合、経済林生産物の消費は33%が地元で、一方东川市街地で42%消費されている。

### iii) 木材へのエネルギー依存割合

当流域では、他の流域に比べ(42%が全エネルギー依存、53%が一部依存)、木材へのエネルギー依存割合が低く、全エネルギー依存は23%にとどまっている。また他のエネルギーとしては他の流域と同様、電気、バイオマスが使われている。(図 H. 21 (3) 参照)

## d) 棚畑化の問題

### i) 棚畑化面積

棚畑の一般情報として、各組における全農地面積、傾斜地面積、棚畑化面積について問い合わせた結果をみると、まず全農地面積については102組のうち51組から回答があり、平均では150畝の農地面積となっている。このうち、傾斜農地について49組から回答を得、その平均面積は71畝、また棚畑化面積は同じく49組からの回答で54畝となっている。この答

えから見る限りでは全農地面積のうち約半分が傾斜農地であるが、さらにその約 75%が棚畑化されており、傾斜農地の棚畑化が他流域に比べ大幅に進められている。

## ii) 棚畑化の資金源

棚畑化をするための資金源としては個人による負担 94%と圧倒的に多くなっており、他の流域（個人負担 75%）とはかなり差がでている。

## iii) 棚畑化による生産量の増加

棚畑化による効果の大きいものとして、生産量の増加があげられるが、これについての質問では、図 H. 21 (4) に示すように 20%~40%近く生産量が増加したとの結果が出ている。

## iv) 棚畑化による作業の変化及び栽培作物の変化

棚畑化によって作業が楽になったという答えが 92%あり、また栽培作物が変化したという答えは 71%に及んでいる。

## 2) ワークショップの実施

### a) ワークショップ開催

上記アンケート調査に続き、山腹緑化に関わる問題について住民の意見を直接聞く目的で 3 箇所の組でワークショップを行った。

表 R H. 4 7 ワークショップ場所及び参加人員

組名称	村委員会	参加人員数	適用
四角地	安楽箒	38	
大横路	播卡	39	

### b) ワークショップ実施手順及び討議内容

ワークショップはまず参加者全員に表 H. 19 に示すアンケートに答えてもらい、さらに以下の内容について討議を行った。

- (iv) 造林についてその必要性・目的・実施責任者・樹種の選定など
- (v) 退耕還林について今後の必要性
- (vi) 棚畑化の必要性・効果・実施責任者など

### c) ワークショップの結果

#### i) アンケートの結果

ワークショップ参加者を対象に行ったアンケートの結果を図 H. 22 に示す。

参加者の年齢構成は10歳代～60歳代で主には20歳代～40歳代で占められていた。これらの人に対するアンケートの結果から主に次のことがいえる。

- 各参加者の所有する林地面積をみると、10畝以上の広大な林地を所有している人から1畝以下の所有までかなり分布が広がっているが、平均的には1畝～5畝程度の面積所有者が46%と多くなっている。
- 造林の樹種として生態林・経済林・薪炭林の比率で薪炭林の割合が比較的高くなっている。これは、この流域の住民が燃料に木材を大きく依存していることから来ている。(後述の“造林についての議論参照”)
- 棚畑化を実施した農家は参加者の40%で、今後実施を予定している農民(75%)の期待する資金源は中央政府が30%であるのに対し、個人負担と考える農家が22%と自力で実施することを考えている割合が比較的高い。
- 棚畑化における協力の形態としては有償・無償での労働力提供がほぼ拮抗している。
- 棚畑化する理由についてはここでは作業が楽になる、栽培作物転換、生産性向上、保水機能向上がほぼ同じような重みで挙げられている。
- 傾斜農地の何割を棚畑化したいかについては、50%～全部という答えが合計で94%となっており、傾斜農地を出来るだけ棚畑化したいという考えが伺える。

## ii) 造林についての議論

造林についての議論は以下の通りである：

- 造林の主な目的として、燃料問題の解決が挙げられる。その他には水土保持、収入の増加、子孫に福を残す等が挙げられる。
- 生態林、経済林、薪炭林のうち主には生態林であるが、これらを一定の割合で植樹するのがいいという意見が多い。生態林としては雲南松、ユーカリ等、また経済林は柿、ミカン、胡桃等、薪炭林としてユーカリ、銀合歡、ハンノキ等が挙げられる。
- 造林実施上の問題は水源不足、資金不足が大きな問題である。他に苗木がない、扶育管理がよくない等の問題もある。
- 造林に対する住民の参加形態としては、積極的に参加し政府も補助金を出してもらうというのが、総括的考えである。

## iii) 退耕還林についての議論

退耕還林についての議論は次のようである：

- 退耕還林については基本的に皆賛成で今後も継続していくべきである。
- 補助については、現在の補償期間の終了後も継続してもらいたい。

## iv) 棚畑化についての議論

棚畑化についての議論はつぎのようである：

- 棚畑化は必要である。
- 理由としては耕作が楽になる、収穫量が増加する、水土保持、保水機能の向上があげられる。
- 棚畑化の実施については住民が労働力を投入して国が補助金を出す形が望ましい。

## 3) 土地利用調査結果

土地利用状況については、本調査で撮影した2万分の1の航空写真とさらにそれをもとに作成した5千分の1地形図を基に農地・荒地・林地・草地などの種別に対して各面積を計算した（図 H.23 参照）。この結果は下に示す通りである。

表 R H. 48 土地利用面積及び割合

土地利用項目		面積 (Km <sup>2</sup> )	面積割合 (%)	適用
耕地	水田	5.07	9.05	
	畑地	8.37	14.94	
	その他	0.38	0.68	野菜地等
	合計	13.82	24.67	
林地	森林	4.54	8.10	
	経済林	1.18	2.11	
	灌木林	4.36	7.78	
	疎林	0	0.00	
	幼林	3.29	5.87	
	その他	0.04	0.07	苗畑、竹林等
	合計	13.41	23.94	
荒地・草地	草地	18.75	33.47	
	半荒草地	0.49	0.87	
	合計	19.24	34.34	
集落		3.79	6.77	
その他		5.77	10.30	水域、未利用地
合計		56.02	100	

この当流域の土地利用の特徴として次のことがいえる：

- (a) 全体でみた林地・耕地・草地の割合で見ると、それぞれ24%、25%、34%となっている。

- (b) 森林被覆率は東川区全体で2001年時点、31.9%を示しているが、当流域はこれをはるかに下回っており、自然環境修復があまり進んでいないことが伺える。
- (c) 一方で草地もかなり残っており、造林すべき面積もまだ多くある。
- (d) 林地の内容をみると、森林・経済林・灌木林・疎林などの面積割合で森林が大きな割合を示している。その他幼林、灌木林、経済林があるがこの数字を見る限りではそれほど大きな割合にはなっていない。これは幼林、灌木林、経済林が固まって分布している区域が少ないことも反映しているものと考えられる。
- (e) この土地利用に関して、標高別・傾斜角度45度以上の面積割合をみると、次の表に示すように、45度以上の面積はほぼ全体で20%程度を占めている。

表 R H. 4 9 標高別傾斜角度別土地利用面積割合 (単位: km<sup>2</sup>)

地目	標高0-1500m		1500-2400m		2400-3000m		3000m以上		合計	
	≤45度	>45度	≤45度	>45度	≤45度	>45度	≤45度	>45度	≤45度	>45度
林地	2.128	0.165	8.701	1.134	2.517	0.674	0.979	0.890	14.325	2.863
耕地	7.492	0.245	5.149	0.244	0.667	0.022	0.000	0.000	13.308	0.511
荒れ草地	0.447	0.085	5.968	1.856	4.288	2.038	2.339	2.195	13.042	6.174
その他	0.000	0.000	0.009	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.001
合計	10.067	0.495	19.827	3.235	7.472	2.734	3.318	3.085	40.684	9.549

#### 4) 崩壊地面積

崩壊地面積は地形分類図(図 H.24 参照)による崩壊地面積を土地利用分類ごとに取り出して求めた。結果は下記の表に示す如くである。これからみると、山腹緑化による対策可能な3,000m以下、傾斜角度45度以内の崩壊地は合計で0.14km<sup>2</sup>存在する。

表 R H. 5 0 崩壊地面積 (単位: 1,000m<sup>2</sup>)

崩壊地地目	1500m以下		1500-2400m		2400-3000m		3000m以上		合計	
	≤45度	>45度	≤45度	>45度	≤45度	>45度	≤45度	>45度	≤45度	>45度
林地	3.5	2.4	14.2	8.1	7.0	8.5	5.9	5.7	30.6	24.7
耕地	0.7	0.4	6.3	3.7	0.3	0.1	0.0	0.0	7.3	4.2
草地・半荒れ草地	0.8	0.7	50.0	38.3	55.2	44.2	28.2	24.6	134.2	107.8
その他	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合計	5.0	3.5	70.5	50.1	62.5	52.8	34.1	30.3	172.1	136.7

#### 5) ガリーを含む0次谷の距離

同じく地形分類によるガリーを含む0次谷の存在についてはGISデータを基に集計した結果延べ156kmの存在が確認された。

## 6) 傾斜農地面積

前述の土地利用面積の中で特に耕地だけを取り出して、地形判読及び GIS データに基づく傾斜分布から傾斜角度ごとに、その農地面積を求めると以下の表のようになる。これをみると当流域では 72% に及ぶかなりの区域が 15 度以下の傾斜で棚畑(田)化が進められていることが伺われる。また今回棚畑(田)化対象とする傾斜角度 15 度～25 度の農地は下記の表にあるように 1.54km<sup>2</sup> である。

表 R H. 5 1 傾斜農地面積

傾斜角度	面積 (km <sup>2</sup> )	割合 (%)	適用
15 度以下の耕地	9.95	71.99	畑・水田・ 野菜地の合 計
15 度～25 度	1.54	11.14	
25 度以上	2.34	16.90	
合計	13.82	100	

### 3.3.2 山腹緑化計画策定条件の設定

ここでは現状調査の結果を受けて山腹緑化計画を策定するための基本条件を設定する。なお山腹緑化計画は次のものを対象に行う：

#### 1) 山腹緑化工計画の構成

山腹緑化計画の構成は豆腐溝でも述べたように次のものである：

- (a) 造林及び山腹工の設置（生物的対策）
- (b) ガリーの侵食対策及び傾斜農地の棚畑（田）化（構造物対策）

#### 2) 生物的対策

生物的対策では上述のように造林もしくは造林+山腹工を行うが、これを計画する上で必要のある基本条件は次のものである：

- (a) 対策対象となる土地面積の設定
- (b) 造林実施条件の設定

##### a) 造林対象となる土地面積の設定

造林対象となる土地面積は前述の土地利用から得られる草地・半荒草地の 80% の面積と各土地利用の中で判読される崩壊地面積である。先述のように、土地利用面積は 5000 分の 1 地形図にもとづいて、また崩壊地面積は 2 万分の 1 航空写真に基づいて作成されている。（図 H. 23 及び H. 24 参照）この草地面積及び崩壊地面積は標高ごとに集計すると下記の表のようになる（標高 3,000 m 以上及び傾斜角度 45 度以上の斜面は除く）：

表 R H. 5 2 造林対象面積 (単位: 1000m<sup>2</sup>)

地被状況		標高 (m)			合計
		1500 以下	1500-2400	2400-3000	
荒山草地		358 (447)	4,774 (5,968)	3,430 (4,288)	8,562 (10,703)
崩壊地	荒山草地	0.6 (0.8)	40.0 (50.0)	44.2 (55.2)	84.8 (106.0)
	耕地	0.6 (0.7)	5.0 (6.3)	0.2 (0.3)	5.8 (7.3)
	林地	2.8 (3.5)	11.4 (14.2)	5.6 (7.0)	19.8 (24.7)
	小計	4.0	56.4	50.0	110.4

( ) 内の数字は80%をかける前の土地利用図・地形分類図からの読み取り面積

このうち造林+山腹工を設置するのは崩壊地(荒山草地、耕地、林地)の区域に対してである。(図 H. 25 参照)

### b) 造林実施条件の設定

造林実施の条件として下記に示すものを設定する:

- (i) 造林の割合設定(生態林、経済林、薪炭林)
- (ii) 造林樹種の設定
- (iii) その他造林に必要なインフラ設定(管理道路、保護員小屋の設置)

#### i) 造林の割合設定

前述の当流域の特性で述べたように、当流域では経済林の要望が非常に高くなっているが、荒地・草地の各種造林条件からこれらの要望を取り入れることは難しく、現状で林業局が指導している割合である、80:8:12を生態林・経済林・薪炭林の植樹面積割合とする。

#### ii) 造林樹種の設定

造林樹種は一般に標高ごとの適正樹種として表 H. 20 に示すものが適用されている。各造林対象地の条件から、最適なものとして、表 H. 37 に示す造林樹種を選定した。

#### iii) その他造林に必要なインフラ設定(管理道路、保護員小屋の設置等)

その他造林に必要なインフラとしては、種々考えられる中で大きな項目として前に述べた管理道路、保護員小屋などを整備する。(3.1.2, 2), b) 参照)

### 3) 構造物対策

構造物対策で基本条件設定が必要な項目は次の2つである:

- (a) ガリー侵食地の延長及び谷止め工の設置間隔及び設置個数
- (b) 棚畑(田)化面積の設定

#### a) ガリー侵食地の延長及び谷止め工の設置間隔及び設置個数

##### i) ガリー侵食地の延長

先の基本方針で述べたように、ガリー侵食地の延長は 20,000 分の 1 地形図判読によるガリー侵食地を含む 0 次谷の延長からその 50% とし、さらにその半分の延長に谷止め工を設置する。

当流域のガリー侵食地を含む 0 次谷の延長は図 H. 25 に示すように 156km になっている。このことからガリー侵食対策に設置する谷止め工設置区間距離は  $156\text{km} \times 0.5 \times 0.5 = 39\text{km}$  となる。

##### ii) 谷止め工の設置間隔及び設置基数

谷止め工の設置間隔はガリーの河床勾配と谷止め工の標準高さで決定される。ガリーの平均河床勾配は、図 H. 22 に示す地形分類図及び傾斜分布図を参考に、平均勾配ガリーを 15 度 (約 1/4) する。また堆砂勾配については、ガリーでは大量の土砂が供給されるためかなり元河床に近づくものと考え、元河床の 80% (4/5) と仮定する。この状態で平均谷止め工高さを 2m と設定して設置間隔を求めると 37m ごとに 1 基必要になり、先のガリー侵食地の延長距離をこの間隔で除すると、その設置個数は 1,054 基となる。(図 H. 8 参照)

#### b) 棚畑(田)化面積の設定

棚畑(田)化の面積は同じく土地利用図から求められる農地面積、傾斜区分図による 15 度～25 度の範囲にある傾斜農地、さらにその傾斜農地に対して地形判読による既に棚畑(田)化された面積を除いて求められる。図 H. 27 に最終的に得られた傾斜農地の区域を示す。この面積の総計は  $1.54\text{km}^2$  になっている。

### 3.3.3 計画策定

前述の基本条件を基に生物的対策と構造物対策から構成される当流域の水系砂防対策の計画策定を行う。

#### 1) 生物的対策

##### a) 荒地草地に対する造林

##### i) 計画諸元

荒地草地に対する造林について、5,000 分の 1 地形図を用いて、図 H. 26 に示すように各小区域に分割し、それぞれについて生態林・経済林・薪炭林の割合及び地域特性を考慮しながら前述のように造林樹種を決め、各樹種の植樹面積を求めた。表 H. 37 に造林樹種面積を示す。

造林に必要な道路整備延長、保護員小屋等付帯施設の量は下表に示す通りである。

表 R H. 5 3 付属施設数量

項目	細目	数量	適用
道路	防火帯	12km	
	巡視保護用	12km	
	歩行者用	58km	
保護員小屋(22名)		440m <sup>2</sup>	20m <sup>2</sup> /人

## ii) 事業費算定

上述の各樹種ごとの植樹面積に対して、植樹単価を乗じて植樹の事業費を算定、その他、道路整備延長、保護員小屋などの付帯事業も合わせて表 H. 38 及び H. 39 に示す。

## iii) 便益算定

荒山草地の造林に対する便益は以下の項目である。

- 流出土砂の抑制効果
- 造林による温暖化ガス吸収効果及び保水効果
- 経済林植樹による生産効果

これらの効果をまとめて表 H. 40 に示す。

## b) 崩壊地に対する造林+山腹工

### i) 計画諸元

崩壊地に対する造林及び山腹工の対象面積は前述の表 RH. 49 に示すとおりである。この崩壊地に対する造林は基本的に生態林を植樹する。植樹樹種は荒山草地と同様、その標高で比較的乾燥に強い樹種を選定する。表 H. 41 に各樹種の植樹面積を示す。

### ii) 事業費の算定

事業費は造林費用及び山腹工の設置費用である。上記面積に樹種ごとの造林単価及び面積当たりの山腹工単価を乗じて事業費を算定する。下表にその結果を示す。(表 H. 41 参照)

表 R H. 5 4 崩壊地造林事業費

崩壊地地目	事業費 (千元)	適用
林地	193.0	
耕地	56.5	
草地・半荒れ草地	827.5	
合計	1,077.0	

iii) 便益算定

崩壊地に対する造林+山腹工の便益は、前項荒山草地に対する便益とほぼ同様であるが、経済林は植樹しないので、これを除いた以下のものである。

- 流出土砂の抑制効果
- 造林による温暖化ガス吸収効果及び保水効果

表 H. 42 に便益計算の取りまとめ結果を示す。

2) 構造物対策

a) ガリー侵食地に対する谷止め工設置

i) 計画諸元

ガリー侵食地に対する谷止め工の数量は前述のように全体で 1,054 基を整備する。(3.4.2, 3), a)

ii) 事業費の積算

事業費は、上記の谷止め工の総基数に 1 基当たりの単価(図 H. 8 参照)を乗じて求める。下表に事業費を示す。

表 R H. 5 5 ガリー侵食対策事業費

谷止め工基数	単価	事業費(千元)	適用
1,054	3,640 元/基	3,836	

iii) 便益算定

ガリー侵食地に対する谷止め工設定の便益としては、基本的にガリー侵食による土砂生産量の抑制である。この抑制効果量及び便益は下表に示す通りである。

表 R H. 5 6 ガリー侵食対策事業費

効果項目	効果量	便益原単位(千元)	便益額(千元)
表面侵食抑制効果	39kmx400m <sup>3</sup> /km= 15,600m <sup>3</sup>	9 元/m <sup>3</sup> /年	140.4

b) 傾斜農地の棚畑(田)化

i) 計画諸元

棚畑(田)化する傾斜農地の面積は前述のように、集計すると総計 1.54km<sup>2</sup>(2,310 畝)になる(表 R4.1.5 参照)。

ii) 事業費の積算

棚畑（田）化に要する事業費は石積み工+土の切り盛り費用である。この単価は前に述べたように2.3元/m<sup>2</sup>(1,534元/畝)でこれに棚畑（田）化面積を乗じて事業費を求める。下表に事業費を示す。

表 R H. 5 7 棚畑（田）化事業費

棚畑(田)化面積(km <sup>2</sup> )	単価 (千元/km <sup>2</sup> )	事業費 (千元)	適用
1.54 (2,310)	2,300 (1.53)	3,542	( )内は畝表示

### iii) 便益の算定

傾斜農地の棚畑（田）化の便益は生産土砂の抑制効果と農地改良効果である。このうち生産土砂の抑制効果は m<sup>3</sup> 当たりの抑制量で表される。また農地改良効果については前に述べた如く 0.15 元/m<sup>2</sup> (100 元/畝) を適用する。下表に便益算定結果を示す。

表 R H. 5 8 棚畑（田）化便益

便益項目	評価量	便益原単位	便益(千元)
生産土砂の抑制効果	1.54km <sup>2</sup> x 4,000m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> =6,160m <sup>3</sup>	9 元/m <sup>3</sup>	55.4
農地改良効果	1.54km <sup>2</sup> (2,310)	150 (千元/km <sup>2</sup> ) (100)	231.0 ( )内は畝表示

### 3) 計画数量・事業費・便益取りまとめ

前述の生物的対策、構造物対策の計画数量、事業費、便益を取りまとめて表 H.42、表 H.43 に示す。この結果豆腐河流域の水系砂防対策に対する事業費及び便益は下記のようなになる：

総事業費：16,576（千元）

年間維持管理費：82.8（千元/年）

総便益：2,273（千元/年）

## 3.4 桃家小河流域での山腹緑化計画

### 3.4.1 現状調査

#### 1) アンケート調査結果

アンケート調査は前章で述べた内容であるが、特にこのうち桃家小河流域だけを取り出して、その内容を分析すると次のようになっている：

##### a) 林業一般についての特徴

##### i) 林地面積の分布状況

桃家小河流域では林地面積分布に対する回答は 32 組から得られたが、これからみると図 H. 27 (1) に示すように概ね半分が林地面積という結果となっている。

ii) 樹種の分布

桃家小河流域での樹種の分布および造林樹種の分布をみると、下図に示すように華山松が圧倒的に多く 83% となっており続いて雲南松が 11% で他の樹種は余り見られない。これは、当流域の標高から適正な樹種として選択されているものと考えられる。

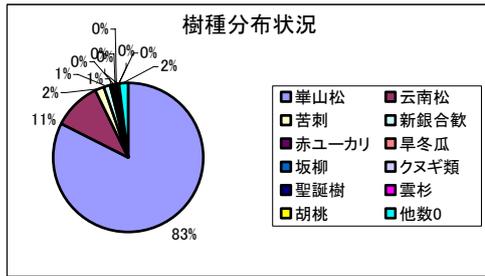


図 R H. 5 7 桃家小河流域分布樹種

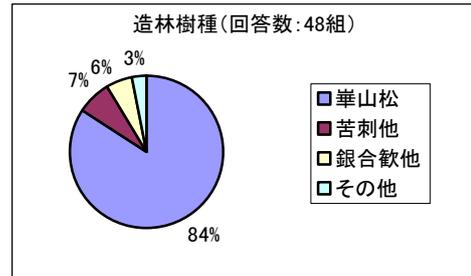


図 R H. 5 8 造林樹種の分布

iii) 生態林・経済林・薪炭林の割合

桃家小河流域にある林地での生態林・経済林・薪炭林の割合は全体で見るとその割合が 78%、7%、15% であるのに対し、当流域だけ取り出してみると 88%、11%、1% と生態林の割合が他に比べ圧倒的に多く、また経済林も比較的広い面積で植樹されている。これも基本的には、当流域の標高が比較的高く、気温が低いことが要因とかがえらえる。一方で薪炭林については 1% と少ない (図 H. 27 (1) 参照)。(ただ、後述するようにエネルギーの依存では木材に依存している割合が高い。)

iv) 造林実施後の生育状況

造林実施後の生育状況をみると全体で見ると順調が 80% と非常に高く、造林が比較的うまくいっている結果が出ている。一方生育が非常に悪いという理由では水不足という答えが 80% を越えている。(図 H. 27 (1) 参照)

v) 造林実施上の問題点

造林実施上の問題点としては、全体でみた場合と同様、樹種の問題・気温・給水・土壌・斜面傾斜角度などがあげられている。特に当流域の場合は樹種・気温・雨・給水・土壌・傾斜角度とそれぞれ大きな問題として挙げており、特に土壌についても大きな問題という指摘が出ている。(図 H. 27 (1) 参照)

b) 退耕還林について

i) 退耕還林実施実績

退耕還林の実施実績は図 H. 27 (2) に示すように、主に 2001 年～2003 年にかけて集中的に行われたが、それ以前また昨年もほとんど実施されていない。

この退耕還林で植樹された樹種は右図に示すように有効回答から見る限りではやはり崑山松が圧倒的に多く、当流域の適正樹種として崑山松が優先的に選定されていることが伺える。また経済林はここではほとんど植樹されていない。

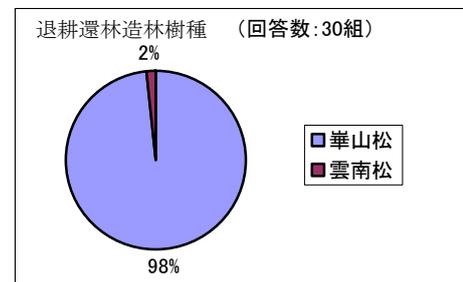


図 R H. 5 9 退耕還林造林樹種

## ii) 退耕還林実施による生活の変化

退耕還林実施による生活の変化をみると、退耕還林実施に伴う補償によって、収入が増加し生活は楽になったという結果がほぼ 100%と補償に十分満足している結果が伺える。また、補償が打ち切られた後の生活見通しについては、見通しがあるという答えは 81%と高いものの、その内容は牧畜業とジャガイモ栽培等で、農地が減少して十分な生活確保で出来るかどうか疑問が残る。(図 H. 27 (2) 参照)

## c) その他林業に関わる問題

### i) 水の供給について

造林のための水の供給をどうしているかとの問い合わせに対し、アンケート結果では供給していると答えた組はなく、ほとんど、水供給はされていないと考えられる。この理由としては図 H. 27 (3) に示すように雨量が十分であるという答えが 64%を占めている一方で自然条件が悪い、水源がないという理由も大きな要因となっている。

### ii) 経済林生産物の消費地

当流域の場合、経済林生産物の消費は 68%が地元で、一方东川市街地で 21%とほとんど地元周辺で消費されている。

### iii) 木材へのエネルギー依存割合

当流域では、他の流域に比べ(42%が全エネルギー依存、53%が一部依存)、木材へのエネルギー依存割合が高く、全エネルギー依存は 78%と非常に高い。また他のエネルギーとしては他の流域と同様、電気、バイオマスが使われている。(図 H. 27 (3) 参照)

## d) 棚畑化の問題

当流域では 61 組の調査対象組に対し、図 H. 27 (5) に示すように傾斜農地があると答えたのは 11 組で、また棚畑化した農地があると答えたのはわずか 4 組であった。この 4 組の答えを見る限りでは次のことが言える：

- (i) 棚畑化の資金について回答を得たのは 1 組で、自力調達という答えがえられている。
- (ii) 棚畑化の費用は 1 畝当たり 400 元～700 元となっている
- (iii) 棚畑化しても栽培作物は変わらないという答えがある一方で換金作物、ジャガイモ等への転換がみられている。
- (iv) 収量の変化については 20%～30%の増加が得られている。
- (v) 効果として作業が楽になった、水土流出が防げるという答えが挙げられている。
- (vi) 棚畑化すべき農地傾斜角度としては 25 度程度以上を適正と考えている。

## 2) ワークショップの実施

### a) ワークショップ開催

上記アンケート調査に続き、山腹緑化に関わる問題について住民の意見を直接聞く目的で 3 箇所の組でワークショップを行った。

表 R H. 5 9 ワークショップ開催場所及び参加人数

組名称	村委員会	参加人員数	適用
夏家村	白泥	18	
大蒿地	駕車	26	
段家村	屋基	38	

### b) ワークショップ実施手順及び討議内容

ワークショップは他の流域と同様、まず参加者全員に表 H. 19 に示すアンケートに答えてもらい、さらに以下の内容について討議を行った。

- (i) 造林についてその必要性・目的・実施責任者・樹種の選定など
- (ii) 退耕還林について今後の必要性
- (iii) 棚畑化の必要性・効果・実施責任者など

### c) ワークショップの結果

#### i) アンケートの結果

ワークショップ参加者を対象に行ったアンケートの結果を図 H. 28 に示す。

参加者の年齢構成は 20 歳代～60 歳代で主には 30 歳代～50 歳代で 80% 占められていた。 これらの人に対するアンケートの結果から主に次のことがいえる。

- 各参加者の所有する林地面積をみると、ここでは比較的広大な林地を所有している農家が多く 5 畝以上の広大な林地を所有している農家が 54%を占めている。また 1 畝～5 畝程度の面積所有者が 44%となっている。
- 造林の樹種として生態林・経済林・薪炭林の比率で経済林、薪炭林の割合がやや高くなっている。
- 棚畑化を実施した農家は参加者の 28%で、今後実施を予定している農家は 82%とほとんどが棚畑化を考えている。
- 棚畑化を予定している農家が期待する資金源は中央政府が 81%と圧倒的に高く、中央政府の支援が棚畑化に必要であると考えられる。
- 棚畑化における協力の形態としては有償での労働力提供が 55%、無償が 44%とほぼ拮抗している。
- 棚畑化する理由についてはここでは生産性の向上が 47%と圧倒的に高く、次いで保水機能向上が 30%とこの 2 つでほぼ大半をしめているが、他に作業が楽になる、栽培作物転換と続いている。
- 傾斜農地の何割を棚畑化したいかについては、25%以上について 50%、75%、100%までの答えがほぼ均等に分散している。

## ii) 造林についての議論

造林についての議論は以下の通りである：

- 造林の主な目的として、ここでは水土保持を一番初めに挙げており、続いて燃料問題の解決、生態環境の保護、牧畜業の発展を挙げている。またここでも子孫に福を残すことが挙げられた。
- 造林樹種として生態林、経済林、薪炭林のうち生態林と経済林に重点はおかれているものの、夏家村では全員が薪炭林の必要性をあげており、燃料として木材がまだ重要な役割を果たしていることを挙げている。具体的な樹種は、生態林として雲南松、ユーカリ等、また経済林は柿、ミカン、胡桃等、薪炭林としてユーカリ、ドクウツギ、ハンノキ等を挙げている。
- 造林実施上の問題は水源不足、資金不足、他に苗木がない、扶育管理がよくない等の問題も挙げられた。
- 造林に対する住民の参加形態としては、積極的に参加し政府も補助金を出してもらおうという意見がだされた。

### iii) 退耕還林についての議論

退耕還林についての議論は次のようである：

- 退耕還林については基本的に賛成で今後も継続していくべきである。
- 理由として、水土保持効果、住民の収入向上、環境保護、子孫に福を残すため等の意見がだされている。
- 補助については、現在の補償期間の終了後も継続してもらいたい。理由として、8年間では経済林・生態林とも収益が上げられないという意見が出されている。

### iv) 棚畑化についての議論

棚畑化についての議論はつぎのようである：

- 棚畑化は必要である。
- 理由としては耕作が楽になる、収穫量が増加する、水土保持、保水機能の向上があげられる。棚畑化に適する勾配は15～25度である。
- 棚畑化に直面している問題は資金が不足しており、政府からの補助金が是非とも必要である。
- 棚畑化の実施については住民が労働力を投入して国が補助金を出す形が望ましい。維持管理は個人で行うのが望ましい。

## 3) 土地利用調査結果

东川市街地流域の各種土地利用面積は、今回作成した5,000分の1地形図を基に作成した土地利用図（GISデータ化）から集計を行った。当流域の土地利用状況は下記の表に示す通りである(図 H.29 参照)。

表 R H. 6 0 土地利用面積

土地利用項目		面積 (Km <sup>2</sup> )	面積割合 (%)	適用
耕地	水田	0.36	0.51	
	畑地	14.98	21.11	
	その他	0	0.00	野菜地等
	合計	15.34	21.62	
林地	森林	6.21	8.75	
	経済林	0	0.00	
	灌木林	4.6	6.47	
	疎林	0.01	0.01	
	幼林	16.88	23.79	
	その他	0	0.00	苗畑、竹林等
	合計	27.69	39.03	
荒地・草地	草地	22.44	31.63	
	半荒草地	3.39	4.78	
	合計	25.83	36.41	
集落	0.4	0.56		
その他	1.69	2.38	水域、未利用地等	
合計	70.95	100.00		

この当流域の土地利用の特徴として次のことがいえる：

- (1) 全体でみた林地・耕地・草地の割合で見ると、それぞれ 39%、22%、36%である。
- (2) 森林被覆率は東川区全体で 2001 年時点、31.9%を示しているが、当流域はこれよりもかなり大きな数字となっている。このことこの数字を見る限りかなり造林が行われ、自然環境修復が進められているのが分かる。
- (3) 一方で、草地荒地の面積もかなり残っており、造林すべき面積も多い。
- (4) 林地の内容をみると、森林が 9%であるのに対し、幼林の割合が 24%と非常に高く他の流域に比べまだ十分森林が生育していない状況となっている。
- (5) 経済林はこの結果では表に現れておらず他の項目の中に埋没している。
- (6) この土地利用に関して、標高別・傾斜角度 45 度以上の面積割合をみると、次の表に示すように、当流域では 3,000m以上の土地は比較的多く、12%を占めており、また、45 度以上の面積はほぼ全体で 15%程度を占めている。

表 R H. 6 1 標高別傾斜角度別土地利用面積割合 (単位：km<sup>2</sup>)

地目	標高0-1500m		1500-2400m		2400-3000m		3000m以上		合計	
	≤45度	>45度	≤45度	>45度	≤45度	>45度	≤45度	>45度	≤45度	>45度
林地	0.20	0.04	7.96	2.35	13.71	2.96	0.27	0.18	22.14	5.53
耕地	0.48	0.02	6.35	0.29	7.79	0.33	0.02	0.00	14.64	0.64
草地・半荒れ草地	0.11	0.03	8.84	3.56	4.77	0.71	7.46	0.32	21.19	4.62
その他	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
合計	0.79	0.09	23.15	6.20	26.27	4.00	7.75	0.50	57.97	10.79

#### 4) 崩壊地面積

崩壊地の面積は地形分類図（図 H.30 参照）による崩壊地を土地利用分類ごとに取り出して求めた。これから見ると山腹緑化により対策が可能な、標高 3,000m 以下、傾斜角度 45 度以内の面積は 1.28 km<sup>2</sup> であるという結果になっている。

表 R H. 6 2 崩壊地面積（単位：1,000m<sup>2</sup>）

崩壊地地目	1500m以下		1500-2400m		2400-3000m		3000m以上		合計	
	≤45度	>45度	≤45度	>45度	≤45度	>45度	≤45度	>45度	≤45度	>45度
林地	6.4	4.6	231.6	126.2	172.1	60.5	20.1	6.9	430.1	198.3
耕地	0.0	0.0	24.4	5.8	22.1	3.4	0.0	0.0	46.5	9.2
荒地・半 荒地・草地	12.0	7.5	572.4	370.2	244.1	94.3	30.6	13.0	859.2	485.0
計	18.4	12.1	828.4	502.2	438.3	158.2	50.7	20.0	1,335.8	692.5

#### 5) ガリーを含む 0 次谷の距離

同じく地形分類によるガリーを含む 0 次谷の距離を GIS データにも基づき集計した結果、延べ 180km のガリーの存在が確認された。

#### 6) 傾斜農地面積

前述の土地利用面積の中から特に耕地だけ取り出して、地形判読及び GIS データに基づく傾斜分布から傾斜角度ごとにその面積を求めると下記の表のようになる。この表で分かるように、当流域では 47% の区域が 15 度以下となっており、ある程度棚畑(田)化が進められていることが推察される。また今回棚畑(田)化対象とする傾斜角度 15 度～25 度の農地は下記の表に示すように 3.18km<sup>2</sup> である。

表 R H. 6 3 棚畑（田）化対象面積

傾斜角度	面積 (km <sup>2</sup> )	割合 (%)	適用
15度以下の耕地	7.23	47.16	畑・水田・ 野菜地の合 計
15度～25度	3.18	20.73	
25度以上	4.92	32.08	
合計	15.34	100	

### 3.4.2 山腹緑化計画策定条件の設定

ここでは、現状調査の結果を受けて山腹緑化計画策定の基本条件を設定する。

#### 1) 山腹緑化工の構成

ここでの山腹緑化工は主に次のものから構成される：

- (a) 造林及び山腹工の設置（生物的対策）
- (b) ガリーの侵食対策及び棚畑（田）化（構造物対策）

## 2) 生物的対策

生物的対策では造林もしくは造林+山腹工を行うが、これを計画する上で必要のある基本条件は次のものである：

- (a) 対策対象となる土地面積の設定
- (b) 造林実施条件の設定

### a) 造林対象となる土地面積の設定

造林対象となる土地面積は前述の土地利用から得られる草地・半荒れ草地面積の 80%と各土地利用の中で判読される崩壊地面積（同じく 80%）である。先述のように、土地利用面積は 5000 分の 1 地形図にもとづいて、また崩壊地面積は 2 万分の 1 航空写真に基づいて作成されている。（図 H. 29 及び H. 30 参照）。この草地・半荒れ草地面積及び崩壊地面積は標高ごとに集計すると下記の表のようになる：

表 R.H.6 4 造林対象面積の選定（単位：km<sup>2</sup>）

地被状況		標高 (m)			合計
		1500 以下	1500-2400	2400-3000	
草地・半荒れ草地		0.090 (0.113)	7.074 (8.843)	3.816 (4.770)	10.980 (13.726)
崩壊地	草地・半荒れ草地	0.010 (0.120)	0.458 (0.572)	0.195 (0.244)	0.663 (0.829)
	耕地	0.000 (0.000)	0.020 (0.024)	0.018 (0.022)	0.037 (0.046)
	林地	0.005 (0.006)	0.185 (0.232)	0.138 (0.172)	0.328 (0.410)
	計	0.015	0.663	0.351	1.028

( ) 内の数字は 80%をかける前の土地利用図及び地形分類図の読み取り面積

このうち造林+山腹工を設置するのは崩壊地（荒山草地、耕地、林地）の区域に対してである。（図 H. 31 参照）

### b) 造林実施条件の設定

造林実施の条件として下記に示すものを設定する：

- (i) 造林の割合設定（生態林、経済林、薪炭林）
- (ii) 造林樹種の設定
- (iii) その他造林に必要なインフラ設定（管理道路、保護員小屋の設置）

#### i) 造林の割合設定

前述の当流域の特性で述べたように、当流域では薪炭林の必要性が非常に高くまた経済林の要望も高くなっているが、荒地・草地の各種造林条件からこれらの要望を取り入れることは難しく、林業局が指導している目安

である東川区域内は 80 : 8 : 12、会津県内は 80 : 5 : 15 という割合を生  
態林・経済林・薪炭林の植樹面積割合とする。

## ii) 造林樹種の設定

造林樹種は一般に標高ごとの適正樹種として表 H. 20 に示すものが適用  
されている。各造林対象地での条件から最適なものとして、表 H. 45 に示  
す樹種を選定した。

## iii) その他造林に必要なインフラ設定（管理道路、保護員小屋の設置）

その他造林に必要なインフラとして、前述の基準に基づき管理道路、保  
護員小屋などを整備する。

## 3) 構造物対策

構造物対策で基本条件設定が必要な項目は次の 2 つである：

- (a) ガリー侵食地の延長及び谷止め工の設置間隔及び設置個数
- (b) 棚畑(田)化面積の設定

### a) ガリー侵食地の延長及び谷止め工の設置間隔及び設置個数

#### i) ガリー侵食地の延長

先の基本方針で述べたように、ガリー侵食地の延長は 20,000 分の 1 地形  
図判読によるガリー侵食地を含む 0 次谷の延長からその 50% とし、さらに  
その半分の延長に谷止め工を設置する。

当流域のガリー侵食地を含む 0 次谷の延長は図 H. 32 に示すように  
180km になっている。このことからガリー侵食地は  $180\text{km} \times 0.5 \times 0.5 =$   
45 km となる。

#### ii) 谷止め工の設置間隔及び設置基数

谷止め工の設置間隔は豆腐溝で述べたと同様の考え方から 37m に 1 基必  
要とし、先のガリー侵食地の延長距離をこの間隔で除すると、その設置個  
数は 1,216 基となる。

### b) 棚畑(田)化面積の設定

前にも示したように、棚畑(田)化の面積は同じく土地利用図から求められる  
農地面積、傾斜区分図による 15 度～25 度の範囲にある傾斜農地、さらにその  
傾斜農地に対して地形判読による既に棚畑(田)化された面積を除いて求めら  
れる。図 H. 34 に最終的に得られた傾斜農地の区域を示す。この面積の総  
計は 3.18km<sup>2</sup> である（表 RH. 60 参照）。

### 3.4.3 計画策定

前述の基本条件を基に生物的対策と構造物対策から構成される当流域の水系砂防対  
策の計画策定を行う。

## 1) 生物的対策

## a) 荒地草地に対する造林

## i) 計画諸元

荒地草地に対する造林について、1/5,000 地形図を用いて、図 H. 32 に示す各小流域に分割し、それぞれについて生態林・経済林・薪炭林の割合及び地域特性を考慮しながら前述に示す造林樹種を決め、各樹種の植樹面積を求めた。表 H. 45 に造林樹種面積を示す。

造林に必要な道路整備延長、保護員小屋面積は下表に示す通りである。

表 R H. 6 5 付帯施設数量

項目	細目	数量	適用
道路	防火帯	14km	
	巡視保護用	14km	
	歩行者用	70km	
保護員小屋3箇所(16名)		320m <sup>2</sup>	20m <sup>2</sup> /人

## ii) 事業費算定

上述の樹種ごとの植樹面積に対して、植樹単価を乗じて植樹の事業費を算定、その他、道路整備延長、保護員小屋などの付帯事業も合わせて表 H. 46 及び H. 47 に示す。

## iii) 便益算定

荒山草地の造林に対する便益は以下の項目である。

- 流出土砂の抑制効果
- 造林による温暖化ガス吸収効果及び保水効果
- 経済林植樹による生産効果

これらの効果をまとめて表 H. 48 に示す。

## b) 崩壊地に対する造林+山腹工

## i) 計画諸元

崩壊地に対する造林及び山腹工の対象面積は表 RH. 59 に示すとおりである。この崩壊地に対する造林は基本的に生態林を植樹する。植樹樹種は荒山草地と同様、その標高で比較的乾燥に強い樹種を選定する。表 H. 49 に各樹種の植樹面積を示す。

## ii) 事業費の算定

事業費は造林費用及び山腹工の設置費用である。上記面積に樹種ごとの造林単価及び面積当たりの山腹工単価を乗じて事業費を算定する。下表にその結果を示す(表 H. 49 参照)。

表 R H. 6 6 崩壊地対策事業費（造林+山腹工）

崩壊地地目	合計 (千元)	適用
林地	3,201.4	
耕地	363.0	
草地・半荒れ草地	6,467.3	
合計	10,031.8	

## iii) 便益算定

崩壊地に対する造林+山腹工の便益は、前項荒山草地に対する便益とほぼ同様であるが、経済林は植樹しないので、これを除いた以下のものである。

- 流出土砂の抑制効果
- 造林による温暖化ガス吸収効果及び保水効果

表 H. 50 に便益計算の取りまとめ結果を示す。

## 2) 構造物対策

## a) ガリー侵食地に対する谷止め工設置

## i) 計画諸元

ガリー侵食地に対する谷止め工の数量は前述のように全体で 1,216 基となっている。(3.5.2. 3), a) 参照)。

## ii) 事業費の積算

事業費は、谷止め工の総基数に 1 基当たり単価を乗じて求める(図 H. 8 参照)。下表に事業費を示す。

表 R H. 6 7 ガリー侵食地対策事業費（谷止め工）

谷止め基数	単価	事業費(千元)	適用
1,216	3,640 元/基	4,426	

## iii) 便益算定

ガリー侵食地に対する谷止め工設定の便益としては、基本的にガリー侵食による土砂生産量の抑制である。この抑制量及び便益は下表に示す通りである。

表 R H. 6 8 ガリー侵食対策効果及び便益

効果項目	効果量	便益原単位 (千元)	便益額 (千元)
表面侵食抑制効果	$45\text{km} \times 400\text{m}^3/\text{km} = 18,000\text{m}^3$	9 元/ $\text{m}^3$ /年	162.0

## b) 傾斜農地の棚畑 (田) 化

## i) 計画諸元

棚畑 (田) 化する傾斜農地の面積は図 H. 34 に示す図に基づいて求めた。この集計の結果は表 RH. 61 に示した通り総計 3.18 $\text{km}^2$ である。

## ii) 事業費の積算

棚畑 (田) 化に要する事業費は石積み工+土の切り盛り費用である。この単価は前に述べたように 2.3 元/ $\text{m}^2$  (1,534 元/畝) でこれに棚畑 (田) 化面積を乗じて事業費を求める。下表に事業費を示す

表 R H. 6 9 棚畑 (田) 化事業費

棚畑化面積( $\text{km}^2$ )	単価 (千元/ $\text{km}^2$ )	事業費 (千元)	適用
3.18	2,300	7,314	

## iii) 便益の算定

傾斜農地の棚畑 (田) 化の便益は生産土砂の抑制効果と農地改良効果である。このうち生産土砂の抑制効果は  $\text{m}^3$  当たりの抑制量で表される。また農地改良効果については前に述べた如くリース料の差から生産コストを減じた 150 千元/ $\text{km}^2$  (100 元/畝) を適用する。下表に便益算定結果を示す。

表 R H. 7 0 棚畑 (田) 化便益

便益項目	効果量	便益原単位	便益 (千元/年)
生産土砂抑制量	$3.18\text{km}^2 \times 4,000\text{m}^3/\text{km}^2 = 12,720\text{m}^3$	9 元/ $\text{m}^3$ /年	114.5
農地改良効果	3.18 $\text{km}^2$	150 (千元/ $\text{km}^2$ /年)	477.0

## 3) 計画数量・事業費・便益取りまとめ

前述の生物的対策、構造物対策の計画数量、事業費、便益を取りまとめて表 H.51、表 H.52 に示す。この結果、桃家小河流域の水系砂防対策に対する事業費及び便益は下記のようなになる：

総事業費：31,728 千元

年間維持管理費：158.6 (千元/年)

総便益：3,589 千元/年

附表

表 H.1 寻甸县土地利用割合

(単位：千畝)

郷鎮名称	耕地	林業地	荒山草地	市街地	水域	未利用地	その他
功山鎮	119.7	401.7	23.2	12.7	0.3	14.6	26.6
六哨郷	112.0	185.0	0.6	5.6	0.3	27.8	41.9
金源郷	50.2	112.0	14.1	5.5	0.5	47.4	47.2
甸沙郷	89.6	165.9	1.4	4.2	0.7	26.7	42.2
合計	371.5	864.6	39.3	28	1.8	116.5	157.9

出典：寻甸县国土资源局(2003年)

表 H.2 寻甸县有林地面積

(単位：千畝)

郷鎮名	総面積	林業用地							森林被覆率(%)
		合計	有林地	經濟林	灌木林	疎林地	未成造林地	林地適正地	
功山鎮	614	385	282	-	38	56	6	4	46.1
六哨郷	378	173	69	-	74	1	18	10	18.7
金源郷	253	105	46	-	31	1	16	11	19.7
甸沙郷	315	149	96	-	15	30	3	4	31.0
計	1,560	812	494	-	158	88	44	28	

出典：尋甸县林业局

表 H.3 会译県土地利用割合

(単位：千畝)

郷鎮名称	耕地	林業地	荒山草地	市街地	水域	未利用地	その他
娜姑鎮	129.0	84.9	117.1	8.4	5.8	14.6	26.6
駕車郷	142.4	208.0	15.7	2.0	1.1	27.8	41.9
大海郷	78.5	108.9	171.3	8.7	3.8	47.4	47.2
金鐘郷	199.3	421.9	119.6	26.2	32.8	26.7	42.2
合計	549.2	823.7	423.7	45.3	43.5	116.5	157.9

出典：会译県国土資源局(2003年)

表 H.4 会译県有林地面積

(単位：畝)

郷鎮名称	有林地面積	林分内訳			経済林
		天然林	人工林	合計	
娜姑鎮	76,714	18,831	41,808	60,639	16,075
駕車郷	107,386	82,508	24,285	106,793	593
大海郷	108,819	6,483	98,898	105,381	3,438
金鐘郷	375,807	169,651	196,484	366,135	9,672
合計	668,726	277,473	361,475	638,948	29,778
会译県全体	3,982,734	2,263,975	1,651,299	3,915,274	67,406

出典：会译県森林資源及び伐採現状（2000年）

表 H.5 会译県の小江流域内有林地面積

(単位：畝)

郷鎮名称	林業用地（小江流域内）					
	有林地	疏林地	灌木林地	未成造林地	無林地	合計
娜姑鎮	19,404	7,476	155	0	97,620	124,655
駕車郷	15,131	2,630	1,716	6,020	10,675	36,172
大海郷	87,562	0	18,274	1,863	33,572	141,271
金鐘郷	8,560	7,671	431	1,796	6,676	25,134
合計	130,657	17,777	20,576	9,679	148,543	327,232

出典：会译県林業局

表 H.6 東川区内の土類の基本的理化学特性

土類	特性
燥紅土	燥紅土土壤は乾熱気候に影響を受け、土壤のアルミ化が進んでおり、水溶性が低く、土壤断面全体が褐紅色を呈し、土層分化が発達していない。分布域では植生が少なく、水土流失が深刻なため、石礫の含有量（2mm 石礫）が多く 50%以上である。乾季になると土壤中の自然含水量は極めて低くなり、乾燥した上層は 30cm 以上になる。粘土組成を見ると粘土の比重が大きく、土質は壤土、粘土である。土壤には水分と肥料を保持する力はあるが、浸透性は良くない。
紅土壤	紅土壤は乾季と雨季が明確に分かれていて、熱量が十分である気候条件の影響を受け土壤のアルミ化が進んでおり、土壤全体が黄紅色を呈し、土層文化が発達していない。土壤中の自然含水量は低く、粘土の割合が高いため乾燥時に亀裂が生じ易い。粒度組成をみると土質は壤土、粘土が主である。土中の有機質の含有量が低く、鉱物ミネラルが少ない。N, P, K, Mg が常に欠乏している。
紫色土壤	乾熱気候の影響を受け、また植皮が少なく、水土流出が深刻である。土層は浅くて薄く、土層中の石礫含有量（2mm 石礫）は高く、75%以上である。乾季には土壤中の自然含水量が極めて低く（2%以下）、乾燥層は 40%以上に厚くなっている。
黄褐色壤	黄褐色壤は土層分化が比較的発達している。土層が厚く、一般に 1 m 以上の土層を持つ。A 層は根系が密集しているため、比較的多量の腐食を蓄積させている。土色は顕著で、粒状構造を持ち、結合力が比較的小さい。中間層は黄褐色を呈し、核粒状構造を持ち、比較的緊密である。土質は壤土あるいは軽粘土である。土壤養分の貯留能は高くまた供給量も十分である。
褐色壤	褐色土壤の主な特性は、落葉落枝層が厚く、その厚さは一般的に 2~10cm である。その下部の腐食層の厚さは、20cm 以上あり、植物遺体の累積は分解速度を常に上回っている。また浸透能は高く、土壤は常に湿潤状態を保っている。土層分化が発達しており、土壤全体は褐色を呈し、土層深度が深い。土壤構造は粗粒状を呈し、粘土含有量が少ない。土質は壤土で、粘土分は土層下部に移動する現象が明らかに見られる。土壤中は P が欠乏している。
暗褐色壤	暗褐色土壤の生成特性は、植物遺体の蓄積と分解作用が顕著であり、明らかな落葉落枝層と分解層が存在する。土壤断面の全体は常に湿潤状態であり、土層分が発達している。土壤全体は褐色を呈し、土層深度が深い。土壤構造は粗粒状を呈し、粘土含有量が少ない。土質は軽壤土、中壤土で浸透能が高い。地力は高いが土壤中は P が欠乏している。
亜高山草原土壤	亜高山草原土壤の形成過程においては、有機質の累積過程と凍結融解作用が主に働いている。土層はよく発達しており、土壤湿度が大きく、土層は深く、1m 以上あるが、層次分化は明確でない。表層には、厚さ 5~12cm の草本根系が盤状に絡み合った層があり、腐食層中の浸透層の厚さは 25cm 以上に達する。土層の緊密度は低く、孔隙が多い。土色は暗灰色もしくは暗褐色を呈し、団粒、粒状構造が見られる。中間層は灰褐色で土層中には石礫が多い。土層全体には遊離炭酸塩がなく、pH は弱酸性、酸性反応を示し、土質は中壤土、重壤土である。

表H.7 土壤分析結果

流域名	観測点番号	自然含水量 %	pH値	有機質 g/Kg	可給態窒素 mg/Kg	可給態リン mg/Kg	可給態カリ mg/Kg
豆腐溝	D32	6.17	7.87	31.07	47.68	3.04	52.35
	D10	6.76	8.14	10.62	45.45	1.38	194.71
	D24	4.69	8.29	13.48	38.89	0.00	169.05
	D21	13.33	7.22	7.69	30.26	0.75	83.21
	D19	18.52	6.46	9.32	16.13	0.72	104.68
東川市街地 (深溝・石羊溝)	D39	14.79	8.27	29.26	96.93	3.34	194.04
	D38	7.10	8.35	31.25	133.66	3.15	75.46
	D41	3.90	8.24	5.56	210.45	3.55	76.63
	D34	6.50	5.53	9.38	14.59	0.23	114.23
	D35	25.59	6.25	43.53	167.51	275.50	230.68
烏龍溝	D28	20.12	6.37	9.97	31.67	2.23	218.38
	D46	14.19	7.15	12.83	54.28	6.76	90.49
	D43	14.03	6.79	10.23	35.16	5.06	102.43
	D44	21.21	6.69	12.81	60.40	1.25	181.27
	D23	23.69	5.57	19.23	65.77	0.75	43.38
桃家小河	D31	10.19	8.42	37.86	152.60	1.28	73.72
	D50	0.33	8.65	13.78	59.93	1.27	25.04
	D47	22.55	8.07	77.33	324.93	1.68	42.58
	D42	14.71	8.29	36.70	142.93	2.74	38.16
	D49	16.48	5.73	23.99	77.22	2.67	91.01
平均		13.24	7.32	22.29	90.32	15.87	110.08

表H.8 土壤分類

流域名	観測点番号	標高 (m)	傾斜度 (度)	土類	土壤厚 (cm)	採取深度 (cm)	特性	植被
豆腐溝	D32	973	40-45	燥紅土	60	30	腐植土	芝草(退耕環草)
	D10	1,265	45-55	燥紅土	46	20	腐植土	扭黃茅
	D24	1,545	50-60	紫色土	56	20-30	腐植土	扭黃茅
	D21	1,672	30	紅壤	58	20-30	腐食土	ホオチワノ木
	D19	1,874	40	黄紅壤	50	20	腐植土	雲南松、馬桑、草
東川市街地 (深溝・石羊溝)	D39	1,180	6	紅壤	—	—	砂石土	石榴、禾本科植物
	D38	1,630	10	黄紅壤	100	30	砂土	合歓他
	D41	1,860	12	褐紅壤	40	14	砂土	野草他
	D34	2,120	9	褐紅壤	12	—	腐植土	雲南松、馬桑他
	D35	2,381	6	褐紅壤	20	—	腐植土	雲南松、馬桑、草
烏龍溝	D28	1,491	30	紅壤	—	30	腐植土	劍麻、苦刺等
	D46	1,583	35	燥紅土	58	20	腐食土	劍麻、扭黃茅
	D43	1,840	15	黄紅壤	47.3	20	腐食土	雲南松、禾本科植物
	D44	2,080	10	褐紅壤	53	20.00	—	草
	D23	2,402	10	褐紅壤	30-40	5	腐食土	草
桃家小河	D31	1,410	11	褐紅壤	—	—	—	綿花、石榴、芦柴
	D50	1,780	15	黄紅壤	17	—	腐食土	有蔭、野草
	D47	2,100	6	紅壤	40	—	砂石土	苦刺
	D42	2,340	7	紅壤	100	10	腐食土	????
	D49	2,670	5	黄紅壤	100	7	腐食土	雲南松

表H.9 土壤三相分析結果

流域名	観測点番号	水分率 Mv%	固相率 Sv%	空気率 Av%	孔隙率 P%
豆腐溝	D32	18.0	46.5	35.5	53.5
	D10	21.7	63.0	15.3	37.0
	D24	20.7	48.5	30.8	51.5
	D21	19.1	51.1	29.8	48.9
	D19	40.1	51.2	8.8	48.8
東川市街地 (深溝・石羊溝)	D39	34.3	64.6	1.1	35.4
	D38	27.8	67.6	4.6	32.4
	D41	18.6	71.0	10.4	29.0
	D34	28.7	64.3	7.0	35.7
	D35	46.6	44.7	8.7	55.3
烏龍溝	D28	38.0	45.3	16.8	54.7
	D46	34.1	52.7	13.2	47.3
	D43	31.8	46.7	21.5	53.3
	D44	38.4	49.0	12.6	51.0
	D23	49.2	44.5	6.4	55.6
桃家小河	D31	23.2	59.4	17.5	40.6
	D50	8.3	70.0	21.7	30.0
	D47	45.8	48.8	5.4	51.2
	D42	37.8	60.0	2.3	40.1
	D49	37.7	60.9	1.4	39.1
平均		31.0	55.5	13.5	44.5

表H.10 造林及び山腹緑化工対象面積

(単位:km<sup>2</sup>)

地被状況	代表流域	標高(m)				合計	
		1500以下	1500-2400	2400-3000	3000-3500		3500以上
荒山草地	豆腐溝	2.730	1.912	0.000		4.643	
	烏龍河	4.243	14.354	1.961		20.558	
	深溝	0.072	2.573	2.665		5.310	
	石羊溝	0.137	1.794	1.007		2.937	
	桃家小河	0.165	8.955	4.047		13.166	
耕地	豆腐溝	0.087	0.401	0.000		0.487	
	烏龍河	0.442	4.581	0.731		5.753	
	深溝	0.865	0.611	0.123		1.598	
	石羊溝	0.542	0.203	0.017		0.761	
	桃家小河	0.103	3.102	3.398		6.603	
崩壊地	荒山草地	豆腐溝	0.197	0.138	0.000		0.334
		烏龍河	0.189	0.640	0.088		0.917
		深溝	0.001	0.035	0.037		0.073
		石羊溝	0.001	0.015	0.008		0.024
		桃家小河	0.005	0.310	0.161		0.477
	耕地	豆腐溝	0.003	0.015	0.000		0.019
		烏龍河	0.038	0.399	0.064		0.501
		深溝	0.025	0.018	0.004		0.047
		石羊溝	0.020	0.007	0.001		0.028
	林地	桃家小河	0.004	0.117	0.128		0.248
		豆腐溝	0.003	0.016	0.000		0.019
		烏龍河	0.009	0.200	0.041		0.250
	深溝	0.006	0.029	0.015		0.050	
	石羊溝	0.005	0.003	0.001		0.009	
	桃家小河	0.003	0.064	0.067		0.133	

表H.11 造林単価表

(単位:元/ムー)

分類	樹種	種子苗木代	運賃	整地費用	植栽費用	農薬	養護	肥料	病虫害防止	育成	その他	計
生態林	高山松	111	40	60	60	5	40	110	5	60	15	506
	華山松(70%)/早冬瓜(30%)											
	*雲南松(70%)/麻クヌギ(30%)											
	*新銀合歓(70%)/余甘子(30%)	111	20	40	40	5	40	110	0	60	15	441
	*坂柳(70%)/苦刺(30%)	100	40	60	60	5	40	110	5	60	15	495
	苦棟(70%)/膏桐(30%)	155	60	60	60	5	40	110	0	60	17	567
*滇楊												
経済林	花椒	214	40	60	60	105	40	95	10	120	22	766
	板栗	214	60	60	60	105	40	95	10	120	22	786
	胡桃	168	60	80	60	105	40	95	10	120	22	760
	石榴	132	60	80	60	105	40	95	10	120	22	724
	柑橘類	224	80	80	60	105	40	95	10	120	22	836
薪炭林	聖誕樹(70%)/相思(30%)	100	40	60	60	5	40	110	0	60	15	490
	坂柳	50	20	40	40	5	40	110	0	60	11	376
	馬桑	50	15	30	30	10	30	110	0	45	6	326

\*: これらの生態林は薪炭林としても利用される。

表H.12 山腹工の単価

パターン	斜面の広さ			適用方法の組み合わせ		工事費単価 (千元/ha)
	幅(m)	長さ(m)	面積(ha)	適用方法	規模	
1	20	40	0.08	編柵工	160m	113
				竹筋工①	160m	
				竹筋工②	100m	
				むしろ伏工	240m <sup>2</sup>	
2	15	40	0.06	編柵工	120m	109
				竹筋工①	120m	
				竹筋工②	45m	
				むしろ伏工	180m <sup>2</sup>	
3	10	20	0.02	竹筋工①	40m	62
				竹筋工②	80m	
4	10	10	0.01	竹筋工①	30m	76
				竹筋工②	40m	
					平均	90

工種	数量	単位	単価 (元/単位)	費用 (元)	備考
1. 編柵工 (160m分)					
1.1 材料費					
- 木杭、粗朶等	210	セット	10.0	2,100	
- 苗木等	160	本	0.5	80	
- 農薬、肥料等	1	式	100.0	100	
- 雑材料				110	上記材料の5%
1.2 労務費	20	人・日	50.0	1,000	
2. 竹筋工① (160m分)					
2.1 材料費					
- 竹杭、割り竹等	320	セット	4.0	1,280	
- 苗木等	160	本	0.3	48	
- 農薬、肥料等	1	式	50.0	50	
- 雑材料				70	上記材料の5%
2.2 労務費	10	人・日	50.0	500	
3. 竹筋工② (100m分)					
3.1 材料費					
- 竹杭、割り竹等	200	セット	4.0	800	
- 苗木等	100	本	0.3	30	
- 農薬、肥料等	1	式	30.0	30	
- 雑材料				40	上記材料の5%
3.2 労務費	6	人・日	50.0	300	
4. むしろ伏工 (240m <sup>2</sup> 分)					
4.1 材料費					
- むしろ、竹串等	240	m <sup>2</sup>	2.0	480	
- 種子等	1	式	100.0	100	
- 農薬、肥料等	1	式	20.0	20	
- 雑材料				30	上記材料の5%
4.2 労務費	12	人・日	50.0	600	
5. 仮設備費、設計費、施工管理費、税金等				1,170	上記の15%
6. 総計(0.08ha分)				8,938	

小江流域における山腹工1ha当り工事費単価(パターン1)	112,000 元/ha
------------------------------	--------------

表H.13 造林費用の積算(代表流域)

(3000m以上は造林を行わない)

地被分類	地域	項目	標高(m)					合計(千元)		
			1500以下	1500-2400	2400-3000	3000-3500	3500以上			
荒山草地	豆腐溝	面積(km2)	2.73	1.91	0.00			4.64		
		費用(千元)	1,955.0	1,707.8	0.0			3,662.8		
	烏龍河	面積(km2)	4.24	14.35	1.96			20.56		
		費用(千元)	3,037.9	12,817.9	1,488.3			17,344.2		
	深溝	面積(km2)	0.07	2.57	2.66			5.31		
		費用(千元)	51.7	2,297.9	2,022.4			4,371.9		
	石羊溝	面積(km2)	0.14	1.79	1.01			2.94		
		費用(千元)	97.9	1,601.7	764.1			2,463.7		
	桃家小河	面積(km2)	0.17	8.95	4.05			13.17		
		費用(千元)	118.3	7,996.5	3,071.3			11,186.1		
耕地	豆腐溝	面積(km2)	0.09	0.40	0.00			0.49		
		費用(千元)	62.1	357.7	0.0			419.8		
	烏龍河	面積(km2)	0.44	4.58	0.73			5.75		
		費用(千元)	316.2	4,090.5	554.7			4,961.4		
	深溝	面積(km2)	0.86	0.61	0.12			1.60		
		費用(千元)	619.0	545.3	93.4			1,257.7		
	石羊溝	面積(km2)	0.54	0.20	0.02			0.76		
		費用(千元)	387.7	180.8	12.8			581.4		
	桃家小河	面積(km2)	0.10	3.10	3.40			6.60		
		費用(千元)	74.1	2,769.7	2,578.9			5,422.7		
崩壊地	荒山草地	豆腐溝	面積(km2)	0.20	0.14	0.00			0.33	
			費用(千元)	1,909.2	1,362.3	0.0			3,271.5	
		烏龍河	面積(km2)	0.19	0.64	0.09			0.92	
			費用(千元)	1,838.8	6,333.5	853.9			9,026.2	
		深溝	面積(km2)	0.00	0.04	0.04			0.07	
			費用(千元)	9.5	349.6	357.0			716.1	
	石羊溝	面積(km2)	0.00	0.01	0.01			0.02		
		費用(千元)	11.0	147.9	81.9			240.9		
	耕地	豆腐溝	面積(km2)	0.01	0.31	0.16			0.48	
			費用(千元)	49.9	3,071.7	1,574.0			4,695.6	
		烏龍河	面積(km2)	0.00	0.02	0.00			0.02	
			費用(千元)	32.1	151.0	0.0			183.1	
		深溝	面積(km2)	0.04	0.40	0.06			0.50	
			費用(千元)	373.8	3,947.5	621.3			4,942.6	
	石羊溝	面積(km2)	0.03	0.02	0.00			0.05		
		費用(千元)	247.5	178.0	35.4			460.9		
	林地	崩壊地	豆腐溝	面積(km2)	0.02	0.01	0.13			0.25
				費用(千元)	37.8	1,153.5	1,246.5			2,437.8
			烏龍河	面積(km2)	0.00	0.02	0.00			0.02
				費用(千元)	26.2	157.0	0.0			183.2
			深溝	面積(km2)	0.01	0.20	0.04			0.25
				費用(千元)	88.8	1,980.2	398.7			2,467.6
		石羊溝	面積(km2)	0.01	0.03	0.02			0.05	
			費用(千元)	55.9	290.7	148.4			495.0	
		全体	豆腐溝	面積(km2)	0.00	0.00	0.00			0.01
				費用(千元)	46.0	33.1	10.6			89.6
			烏龍河	面積(km2)	0.00	0.06	0.07			0.13
				費用(千元)	25.9	634.7	650.5			1,311.2
			深溝	面積(km2)	0.20	0.17	0.00			0.37
				費用(千元)	1,967.5	1,670.3	0.0			3,637.8
石羊溝		面積(km2)	0.24	1.24	0.19			1.67		
		費用(千元)	2,301.3	12,261.2	1,873.8			16,436.4		
崩壊地		豆腐溝	面積(km2)	0.03	0.08	0.06			0.17	
			費用(千元)	312.9	818.3	540.8			1,672.0	
	烏龍河	面積(km2)	0.03	0.03	0.01			0.06		
		費用(千元)	249.4	254.3	98.5			602.1		
	深溝	面積(km2)	0.01	0.49	0.36			0.86		
		費用(千元)	113.6	4,859.9	3,471.0			8,444.6		

表H.14 ガリ-侵食地(代表流域)

地域名	ガリ-延長(m)	工事費(千元)	適用
豆腐溝	31,000	2,127	ガリ-延長は0次谷の長さを含む
烏龍河	152,000	10,427	
深溝	32,000	2,195	
石羊溝	10,000	686	
桃家小河	55,000	3,773	

表H.15 棚畑化工事費(代表流域)

地域	項目	標高(m)					合計
		1500以下	1500-2400	2400-3000	3000-3500	3500以上	
豆腐溝	面積(km2)	0.098	0.455	0.000			0.55
	費用(千元)	226.3	1,045.5	0.0			1,271.822
烏龍河	面積(km2)	0.969	10.048	1.603			12.62
	費用(千元)	2,228.2	23,111.4	3,687.2			29,026.869
深溝	面積(km2)	0.997	0.704	0.142			1.84
	費用(千元)	2,293.6	1,620.0	326.5			4,240.188
石羊溝	面積(km2)	0.641	0.240	0.020			0.90
	費用(千元)	1,473.9	551.2	45.8			2,070.959
桃家小河	面積(km2)	0.081	2.441	2.675			5.20
	費用(千元)	187.3	5,615.1	6,151.4			11,953.704

表H.16 造林費用の積算(小江全流域)

(3000m以上は造林を行わない)

地被分類	地域		標高(m)					合計	
			1500以下	1500-2400	2400-3000	3000-3500	3500以上		
荒山草地	東川区	面積(km <sup>2</sup> )	72.79	164.14	61.61			298.53	
		費用(千円)	52,114.6	146,575.9	46,760.4			245,450.9	
	尋甸県	面積(km <sup>2</sup> )	0.09	18.21	12.94			31.23	
		費用(千円)	63.5	16,258.5	9,819.5			26,141.5	
	会澤県	面積(km <sup>2</sup> )	20.77	61.31	17.75			99.82	
		費用(千円)	14,868.8	54,746.6	13,470.4			83,085.8	
	小江全体	面積(km <sup>2</sup> )	93.64	243.65	92.29			429.59	
		費用(千円)	67,046.9	217,581.0	70,050.3			354,678.2	
耕地	東川区	面積(km <sup>2</sup> )	13.00	40.42	10.48			63.9	
		費用(千円)	9,305.6	36,093.0	7,952.2			53,350.8	
	尋甸県	面積(km <sup>2</sup> )	0.00	9.00	6.00			15.00	
		費用(千円)	1.9	8,039.9	4,552.5			12,594.4	
	会澤県	面積(km <sup>2</sup> )	1.65	15.27	7.75			24.67	
		費用(千円)	1,183.7	13,636.3	5,880.4			20,700.5	
	小江全体	面積(km <sup>2</sup> )	14.65	64.69	24.22			103.57	
		費用(千円)	10,491.2	57,769.2	18,385.2			86,645.6	
崩壊地	荒山草地	東川区	面積(km <sup>2</sup> )	2.24	5.06	1.90			9.21
			費用(千円)	21,810.2	50,080.0	18,542.4			90,432.6
		尋甸県	面積(km <sup>2</sup> )	0.01	1.44	1.02			2.47
			費用(千円)	68.1	14,240.5	9,982.0			24,290.6
		会澤県	面積(km <sup>2</sup> )	1.48	4.38	1.27			7.14
			費用(千円)	14,426.0	43,364.0	12,383.4			70,173.4
	小江全体	面積(km <sup>2</sup> )	3.74	10.88	4.19			18.81	
		費用(千円)	36,304.3	107,684.4	40,907.8			184,896.6	
	耕地	東川区	面積(km <sup>2</sup> )	0.71	2.21	0.57			3.49
			費用(千円)	6,896.4	21,837.8	5,584.2			34,318.4
		尋甸県	面積(km <sup>2</sup> )	0.00	0.45	0.30			0.75
			費用(千円)	1.3	4,444.7	2,921.0			7,367.0
		会澤県	面積(km <sup>2</sup> )	0.15	1.35	0.69			2.18
			費用(千円)	1,421.8	13,372.1	6,692.7			21,486.6
	小江全体	面積(km <sup>2</sup> )	0.86	4.01	1.56			6.42	
		費用(千円)	8,319.6	39,654.6	15,197.9			63,172.0	
	林地	東川区	面積(km <sup>2</sup> )	0.25	1.58	1.08			2.91
			費用(千円)	2,469.2	15,591.9	10,520.0			28,581.1
		尋甸県	面積(km <sup>2</sup> )	0.00	0.45	0.28			0.73
			費用(千円)	0.0	4,469.4	2,686.2			7,155.7
		会澤県	面積(km <sup>2</sup> )	0.08	0.97	1.03			2.08
			費用(千円)	770.5	9,585.5	10,055.0			20,411.0
	小江全体	面積(km <sup>2</sup> )	0.27	3.27	2.28			5.82	
		費用(千円)	2,621.6	32,368.0	22,241.5			57,231.0	
全体	東川区	面積(km <sup>2</sup> )	3.21	8.85	3.55			15.60	
		費用(千円)	31,175.8	87,509.6	34,646.7			153,332.1	
	尋甸県	面積(km <sup>2</sup> )	0.01	2.34	1.60			3.95	
		費用(千円)	69.5	23,154.6	15,589.2			38,813.4	
	会澤県	面積(km <sup>2</sup> )	1.71	6.70	2.99			11.40	
		費用(千円)	16,618.3	66,321.6	29,131.0			112,071.0	
小江全体	面積(km <sup>2</sup> )	4.93	17.89	8.13			30.95		
	費用(千円)	47,863.7	176,985.9	79,366.9			304,216.4		
		総合計					面積(km <sup>2</sup> )	564.10	
							費用(千円)	745,540.3	

表H.17 ガリ一侵食地山腹工(小江全流域)

地域	ガリ一延長	事業費
全流域	3,079km	211,215千円

表H.18 棚畑化工事費(小江全流域)

地域	項目	1500以下	1500-2400	2400-3000	3000-3500	3500以上	合計
東川区	面積(km <sup>2</sup> )	17.46	54.31	14.08			85.85
	費用(千円)	40,164.3	124,905.7	32,378.6			197,448.6
尋甸県	面積(km <sup>2</sup> )	0.01	41.74	27.81			69.56
	費用(千円)	29.0	95,995.5	63,953.3			159,977.8
会澤県	面積(km <sup>2</sup> )	1.76	16.27	8.26			26.29
	費用(千円)	4,051.6	37,423.4	18,987.4			60,462.4
小江全体	面積(km <sup>2</sup> )	19.24	112.32	50.14			181.69
	費用(千円)	44,244.9	258,324.6	115,319.3			417,888.8

表H.19 (1) ワークショップ質問表 (1/2)

番号	質問項目	内容	適用
1.	一般情報	( )	
1.1	流域名	( )	
1.2	郷・鎮名	( )	
1.3	村民委員会名	( )	
1.4	組名	( )	
1.5	名前	( )	
1.6	年齢	( )	
1.7	家族構成	1. 父 2. 母 3. 妻 4. 子供 5. 親戚	(計人)
1.8	職業	1. 農業 2. 牧畜業 3. 林業 4. その他	
1.9	民族	1. 漢 2. イゾク 3. 回族 4. その他 ( )	
1.10	所有農地面積	( ) ムー	
1.11	所有造林面積	( ) ムー	
1.12	使用エネルギー	1. 薪 2. 電気 3. バイオマス 4. その他	
2.	造林について		
2.1	造林の林地用地がある	1. ある 2. ない	
2.2	何を植えるべきか	1. 生態林 2. 経済林 3. 薪炭林	
2.3	造林樹種名	1. 崑山松 2. 雲南松 3. ユーカリ 4. 新銀合歡 5. 苦刺 6. その他 ( )	
2.4	経済林の生産物の主な消費地	1. 自分で消費、2. 組内で消費 3. 村内で消費 4. 近くの町 5. 東川 6. その他	
2.5	造林の実施者は誰か	1. 林業工作站 2. 村民委員会 3. 組 4. 個人 5. 水務局 6. その他 ( )	
2.6	造林の資金源は誰か?	1. 中央政府 2. 林業局 3. 水務局 4. 林業工作站 5. 村民委員会 6. 組 7. 個人 8. その他 ( )	
2.7	維持管理は誰がしているか?	1. 林業工作站 2. 村民委員会 3. 組 4. 個人 5. 水務局 6. その他 ( )	
2.8	造林に対して協力したか?	1. ボランティアで 2. 有償で	
3.	退耕環林について		
3.1	退耕環林を行った	1. 行った ( ) ムー 2. 行っていない	
3.2	場所の選定は誰が行ったか?	1. 林業工作站 2. 村民委員会 3. 組 4. 個人 5. その他 ( )	
3.3	樹種の選定は誰が行ったか?	1. 林業工作站 2. 村民委員会 3. 組 4. 個人 5. その他 ( )	
3.4	補償は受け取ったか?	1. 受け取った (金 元、食料 kg 医薬品 kg) 2. 受け取っていない	
3.5	生活状態は変わったか?	1. 楽になった 2. 変わらない 3. 苦しくなった	

表H.19 (2) ワークショップ質問表(2/2)

番号	項目	内容	適用
3.	退耕環林 (続き)		
3.7	造林した樹木の所有者は誰か?	1. 林業工作站 2. 村民委員会 3. 組 4. 個人 5. その他 ( )	
4.	棚畑について		
4.1	傾斜農地を所有しているか?	1. 所有している ( ムー) 2. 所有していない	
4.2	棚畑化したことがあるか?	1. 棚畑化した ( ムー) 2. していない	
4.3	棚畑化の資金はどうしたか?	1. 中央政府 2. 農業局 3. 村民委員会 4. 組 5. 個人 6. その他( )	
4.4	今後、棚畑化する予定はあるか?	1. 予定がある ( ムー) 2. 予定はない	
4.5	予定がある場合資金はどうする?	1. 中央政府 2. 農業局 3. 村民委員会 4. 組 5. 個人 6. その他( )	
4.6	棚畑化で政府が資金を出す場合どういう協力をするか?	1. 無償で労働力を提供する 2. 有償で労働力を提供する 3. 何もしない 4. その他 ( )	
4.7	棚畑化する理由は	1. 作業が楽になる 2. 他の栽培作物が出来る 3. 生産性が向上する 4. 保水機能が高まる 5. その他 ( )	
4.8	棚畑化した後の作物はどういうのが良いか	1. 米 2. 野菜 3. トウモロコシ 4. 麦 5. さつまい 6. トマト 7. 玉葱 8. 果樹 9. その他	
4.9	傾斜農地の何割を棚畑化したいか?	1. 全部 2. 75%以上 3. 50%以上 4. 25%以上 5. 0-25%	

表H.20(1/2) 造林樹種選定条件及び単価(選定条件)

樹種	海拔高度(m)				斜面の向き				土壌					その他		
	1500以下	1500 - 2400	2400 - 2800	2800 - 3000	日当たり斜面	半日当たり斜面	日陰	半日陰	燥紅壤	紅壤	黄紅壤	黄褐壤	褐壤	紫色土	交通便良	集落近傍
高山松																
華山松(70%)/旱冬瓜(30%)																
*雲南松(70%)/麻クスギ(30%)																
*新銀合歡(70%)/余甘子(30%)																
*坂柳(70%)/苦刺(30%)																
苦楝(70%)/膏桐(30%)																
*滇楊																
花椒																
板栗																
胡桃																
石榴																
柑橘類																
聖誕樹(70%)/相思(30%)																
坂柳																
馬桑																

\* : これらの生態林は薪炭林としても利用される。

表H.20(2/2) 造林樹種選定条件及び単価(単価)

(単位:元/ムー)

分類	樹種	種子苗木代	運賃	整地費用	植栽費用	農薬	養護	肥料	病虫害防止	育成	その他	計		
												元/ムー	千元/km <sup>2</sup>	
生態林	高山松													
	華山松(70%)/旱冬瓜(30%)													
	*雲南松(70%)/麻クスギ(30%)	111	40	60	60	5	40	110	5	60	15	506	759	
	*新銀合歡(70%)/余甘子(30%)													
	*坂柳(70%)/苦刺(30%)	111	20	40	40	5	40	110	0	60	15	441	662	
經濟林	苦楝(70%)/膏桐(30%)	100	40	60	60	5	40	110	5	60	15	495	743	
	*滇楊	155	60	60	60	5	40	110	0	60	17	567	851	
	花椒	214	40	60	60	105	40	95	10	120	22	766	1,149	
	板栗	214	60	60	60	105	40	95	10	120	22	786	1,179	
	胡桃	168	60	80	60	105	40	95	10	120	22	760	1,140	
薪炭林	石榴	132	60	80	60	105	40	95	10	120	22	724	1,086	
	柑橘類	224	80	80	60	105	40	95	10	120	22	836	1,254	
	聖誕樹(70%)/相思(30%)	100	40	60	60	5	40	110	0	60	15	490	735	
	坂柳	50	20	40	40	5	40	110	0	60	11	376	564	
	馬桑	50	15	30	30	10	30	110	0	45	6	326	489	

\* : これらの生態林は薪炭林としても利用される。

表H.21 ブロックごと造林樹種及び造林面積(豆腐溝)

分類	樹種	T-1ブロック (0.44km2)		T-2ブロック (0.31km2)		T-3 ブロック (0.01km2)		T-4 ブロック (0.65km2)		T-5 ブロック (0.32km2)		T-6ブロック (0.88km2)		T-7ブロック (0.12km2)	
		樹種割合	樹林面積	樹種割合	樹林面積	樹種割合	樹林面積	樹種割合	樹林面積	樹種割合	樹林面積	樹種割合	樹林面積	樹種割合	樹林面積
		生態林	高山松												
華山松(70%)/ 早冬瓜(30%)															
*雲南松(70%)/ 麻クスミ(30%)	1		0.113	1	0.078			1	0.242						
*新銀合歡(70%)/ 余甘子(30%)	1		0.113	1	0.078			1	0.242	1	0.107				
*坂柳(70%)/ 苦刺(30%)	1		0.113	1	0.078					1	0.107	1	0.329	1	0.091
苦棟(70%)/ 蒼桐(30%)				1	0.078					1	0.107	1	0.329		
*滇楊															
小計	3	0.340	4	0.310				2	0.484	3	0.320	2	0.658	1	0.091
經濟林	花椒							1	0.072			1	0.033		
	板栗											1	0.033		
	胡桃													2	0.014
	石榴					1	0.010					1	0.033		
	柑橘類											1	0.033		
	小計	0		0		1	0.010	1	0.072	0		3	0.098	2	0.014
薪炭林	聖誕樹(70%)/ 相思(30%)	1	0.050					1	0.090			1	0.061		
	坂柳											1	0.061		
	馬桑														
	小計	2	0.1	0		0		1	0.090	0		2	0.123	1	0.017
計		0.440		0.310		0.010	4	0.646	3	0.320	7	0.879	4	0.121	

分類	樹種	T-8ブロック (0.67km2)		T-9ブロック (0.03km2)		T-10 ブロック (0.06km2)		T-11 ブロック (0.01km2)		T-12 ブロック (0.03km2)		合計 (3.52km2)	
		樹種割合	樹林面積	樹種割合	樹林面積	樹種割合	樹林面積	樹種割合	樹林面積	樹種割合	樹林面積	樹種割合	樹林面積
		生態林	高山松										
華山松(70%)/ 早冬瓜(30%)												0	0
*雲南松(70%)/ 麻クスミ(30%)	1		0.166	1	0.023	2	0.026			1	0.031	8	0.679
*新銀合歡(70%)/ 余甘子(30%)	1		0.166									5	0.706
*坂柳(70%)/ 苦刺(30%)	1		0.166									6	0.883
苦棟(70%)/ 蒼桐(30%)												3	0.513
*滇楊						2	0.026	1	0.008			3	0.033
小計	3		0.499	1	0.023	4	0.051	1	0.008	1	0.031	25	2.814
經濟林	花椒			1	0.001							3	0.106
	板栗	1	0.075									2	0.107
	胡桃			2	0.002	1	0.008					5	0.024
	石榴											1	0.010
	柑橘類							1	0.001			2	0.034
	小計	1	0.075	3	0.003	1	0.008	1	0.001	0		13	0.281
薪炭林	聖誕樹(70%)/ 相思(30%)	2	0.062									5	0.264
	坂柳	1	0.031									4	0.159
	馬桑											0	0
	小計	3	0.093	0		0		0		0		9	0.423
計		0.667		0.026	5	0.059	2	0.009	1	0.031	47	3.518	

\* : これらの生態林は薪炭林としても利用される。

\*\* : 表中の樹林面積は各ブロックの面積の80%で計算している。

\*\*\* : 生態林、經濟林、薪炭林の割合は80:8:12である。

表H.22 造林面積及び造林費用(豆腐溝)

分類	樹種	単価 千円/km2	T-1ブロック (0.44km2)			T-2ブロック (0.31km2)			T-3ブロック (0.01km2)			T-4ブロック (0.65km2)			T-5ブロック (0.32km2)			T-6ブロック (0.88km2)			T-7ブロック (0.12km2)			
			樹種割合	樹林面積	費用	樹種割合	樹林面積	費用	樹種割合	樹林面積	費用	樹種割合	樹林面積	費用	樹種割合	樹林面積	費用	樹種割合	樹林面積	費用	樹種割合	樹林面積	費用	
			生態林	高山松	759																			
華山松(70%)/ 冬瓜(30%)	759																							
*雲南松(70%)/ 麻クヌギ(30%)	759	1		0.113	86.02	1	0.0775	58.8				1	0.242	183.617										
*新銀合歡(70%)/ 余甘子(30%)	759	1		0.113	86.02	1	0.0775	58.8				1	0.242	183.617	1	0.107	81.0							
*坂柳(70%)/ 苦刺(30%)	662	1		0.113	75.0267	1	0.0775	51.3							1	0.107	70.6	1	0.329	217.7	1	0.091	60.1	
吉棟(70%) 青桐(30%)	743					1	0.0775	57.6							1	0.107	79.3	1	0.329	244.3			0.000	
*滇楊	851																							
小計		3	0.34	247.067	4	0.31	226.533				2	0.484	367.235	3	0.320	230.8	2	0.658	462.0	1	0.091	60.1		
経済林	花椒	1,149										1	0.072	83.1						1	0.033	37.7		
	板栗	1,179																	1	0.033	38.6			
	胡桃	1,140																				2	0.014	15.5
	石榴	1,086							1	0.010	10.86													
	柑橘類	1,254																	1	0.033	41.1			
	小計	0			0				1	0.010	10.86	1	0.072	83.1	0				3	0.098	117.4	2	0.014	15.5
薪炭林	聖誕樹(70%)/ 相思(30%)	735	1	0.050	36.75							1	0.090	66.3					1	0.061	45.1			
	坂柳	564	1	0.050	28.2													1	0.061	34.6		0.017	9.5	
	馬桑	489																						
	小計		2	0.100	64.95							1	0.090	66.3	0				2	0.123	79.7	1	0.017	9.5
計		5	0.440	312.0	4	0.310	226.5	1	0.010	10.9	4	0.646	516.7	3	0.320	230.8	7	0.879	659.1	4	0.121	85.1		

T-H-13

分類	樹種	単価 千円/km2	T-8ブロック (0.67km2)			T-9ブロック (0.03km2)			T-10ブロック (0.06km2)			T-11ブロック (0.01km2)			T-12ブロック (0.03km2)			合計 (3.52km2)					
			樹種割合	樹林面積	費用	樹種割合	樹林面積	費用	樹種割合	樹林面積	費用	樹種割合	樹林面積	費用	樹種割合	樹林面積	費用	樹種割合	樹林面積	費用			
			生態林	高山松	759																		
華山松(70%)/ 冬瓜(30%)	759																						
*雲南松(70%)/ 麻クヌギ(30%)	759	1		0.166	126.2	1	0.023	17.2	2	0.0257	19.5093				1	0.031	23.8	8	0.68	515.192			
*新銀合歡(70%)/ 余甘子(30%)	759	1		0.166	126.2														5	0.71	536		
*坂柳(70%) 苦刺(30%)	662	1		0.166	73.3														6	0.88	548		
吉棟(70%) 青桐(30%)	743																		3	0.51	381		
*滇楊	851								2	0.0257	14.5742	1	0.008	4.3				3	0.03	19			
小計		3	0.499	325.8	1	0.023	17.2	4	0.05141	34.0835	1	0.008	4.3	1	0.031	23.8	25	2.81	1,999				
経済林	花椒	1,149				1	0.001	1.3										3	0.11	122			
	板栗	1,179																2	0.11	127			
	胡桃	1,140							2	0.002	2.6	1	0.00768	8.75976	1	0.000	0.0			5	0.02	27	
	石榴	1,086																1	0.01	11			
	柑橘類	1,254																2	0.03	41			
	小計		1	0.075	87.9	3	0.003	3.9	1	0.00768	8.75976	1	0.001	0.0	0			13	0.28	327			
薪炭林	聖誕樹(70%)/ 相思(30%)	735	2	0.062	45.6													5	0.26	194			
	坂柳	564	1	0.031	17.5													4	0.16	90			
	馬桑	489																					
	小計		3	0.093	63.1	0			0	0	0	0	0	0	0			9	0.42	284			
計		7	0.667	476.8	4	0.026	21.1	5	0.05909	42.8433	2	0.009	4.3	1	0.031	23.8	47	3.52	2,610				

\*: これらの生態林は薪炭林としても利用される。

\*\*表中の樹林面積は各ブロックの面積の80%で計算している。

\*\*\* 生態林、経済林、薪炭林の割合は80:8:12とする

表H.23 付帯施設費用

項目	細目	数量	単価	費用(千元)
道路	防火帯	6km	10(千元/km)	60
	巡視保護用	10km	50(千元/km)	500
	歩行者用	23km	5(千元/km)	115
管理小屋		120m <sup>2</sup>	1(千元/m <sup>2</sup> )	120
総計				795

表H.24 草地・半荒草地の造林による便益

効果項目	効果量	便益原単位	便益額(千元/年)
表面侵食抑制効果	3.52x2,700=9,504m <sup>3</sup>	9元/m <sup>3</sup> /年	85.5
新規崩壊抑制効果	3.52x1,600=5,632m <sup>3</sup>	9元/m <sup>3</sup> /年	50.6
温暖化ガス吸収効果	3.52km <sup>2</sup>		261.5
保水効果	3.52km <sup>2</sup>	33.3千元/km <sup>2</sup> /年	117.2
経済林生産効果	0.28km <sup>2</sup>	750千元/km <sup>2</sup> /年	210
総計			724.8

表H.25 崩壊地造林樹種及び造林費用

(単位:面積:1000m<sup>2</sup>、費用:千元)

崩壊地地目	1500m以下			1500-2400m			2400-3000m			合計	
	面積	樹種	費用	面積	樹種	費用	面積	樹種	費用	面積	費用
林地	11.0		106.4	41.4		404.4	0.0		0	52.5	511
耕地	13.9	坂柳/苦刺	134.0	8.8	雲南松/クヌギ	85.4	0.0		0	22.6	219
草地・半荒れ草地	235.1		2,271.8	58.8		573.6	0.0		0	293.9	2,845
合計	260.0		2,512.3	109.0		1,063.4	0.0		0	369.0	3,576
造林+山腹工単価:	坂柳/苦刺:		雲南松/クヌギ								
	9,662元/1000m <sup>2</sup>		9,759元/1000m <sup>2</sup>								

(注) 面積は各崩壊地測定面積の80%

表H.26 崩壊地の造林+山腹工に対する便益

効果項目	効果量	便益原単位	便益額(千元/年)
表面侵食抑制効果	0.369x10,000=3,690m <sup>3</sup>	9元/m <sup>3</sup> /年	33.2
新規崩壊抑制効果	0.369x55,000=20,295m <sup>3</sup>	9元/m <sup>3</sup> /年	182.7
温暖化ガス吸収効果	0.369km <sup>2</sup>	74.3千元/km <sup>2</sup> /年	27.4
保水効果	0.369km <sup>2</sup>	33.3千元/km <sup>2</sup> /年	12.3
総計			255.6

表H.27 計画対象数量及び事業費

対策		数量	事業費 (千元)	適用
種別	対策名			
生物的対策	草地・半荒地の造林	—	3.52km <sup>2</sup>	2,610
		—		795
	崩壊地の造林プラス山腹工	林地	0.053km <sup>2</sup>	511
		耕地	0.023km <sup>2</sup>	219
		草地・半荒れ草地	0.294km <sup>2</sup>	2,845
構造物対策	ガリー侵食防止 傾斜農地の棚畑化		22km	2,166
			0.85km <sup>2</sup>	1,955
総計				11,101

表H.28 便益のまとめ

対策		効果項目	効果量 (千元)	便益原単位	便益額(千元/年)
種別	対策名				
生物的対策	草地・半荒地の造林	表面侵食抑制効果	3.52x2,700=9,504m <sup>3</sup>	9元/m <sup>3</sup> /年	85.5
		新規崩壊抑制効果	3.52x1,600=5,632m <sup>3</sup>	9元/m <sup>3</sup> /年	50.6
		温暖化ガス吸収効果	3.52km <sup>2</sup>	74.3千元/km <sup>2</sup> /年	261.5
		保水効果	3.52km <sup>2</sup>	33.3千元/km <sup>2</sup> /年	117.2
		経済林生産効果	0.28km <sup>2</sup>	750千元/km <sup>2</sup> /年	210
	小計				724.8
	崩壊地の造林プラス山腹工	表面侵食抑制効果	0.369x10,000=3,690m <sup>3</sup>	9元/m <sup>3</sup> /年	33.2
		新規崩壊抑制効果	0.369x55,000=20,295m <sup>3</sup>	9元/m <sup>3</sup> /年	182.7
		温暖化ガス吸収効果	0.369km <sup>2</sup>	74.3千元/km <sup>2</sup> /年	27.4
		保水効果	0.369km <sup>2</sup>	33.3千元/km <sup>2</sup> /年	12.3
小計					255.6
構造物対策	ガリー侵食防止	表面侵食抑制効果	22kmx400m <sup>3</sup> /km=8,800m <sup>3</sup>	9元/m <sup>3</sup> /年	79.2
	傾斜農地の棚畑化	生産土砂の抑制効果	0.85km <sup>2</sup> x 4,000m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> =3,400m <sup>3</sup>	9元/m <sup>3</sup>	30.6
		農地改良効果	0.85km <sup>2</sup>	150(千元/km <sup>2</sup> )	127.5
総計					1,218

表H.29 ブロックごと造林樹種及び造林面積(烏龍河)

分類	樹種	T-1～5ブロック		T-6～10ブロック		T-11～15ブロック		T-16～20ブロック		T-21～25ブロック		T-26～30ブロック		T-31～35ブロック		T-36～40ブロック		T-41～45ブロック		計	
		(4.04km <sup>2</sup> )		(4.27km <sup>2</sup> )		(1.46km <sup>2</sup> )		(0.69km <sup>2</sup> )		(1.11km <sup>2</sup> )		(1.40km <sup>2</sup> )		(1.73km <sup>2</sup> )		(0.98km <sup>2</sup> )		(0.76km <sup>2</sup> )		(16.44km <sup>2</sup> )	
		樹種割合	樹林面積	樹種割合	樹林面積	樹種割合	樹林面積														
生態林	高山松	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	0.00
	華山松(70%)/ 星冬瓜(30%)	0		0		4	0.311	0		1	0.059	3	0.218	0		1	0.0978	1	0.083	10	0.77
	*雲南松(70%)/ 麻之ヌギ(30%)	6	1.765	2	0.455	7	0.544	2	0.184	14	0.828	9	0.653	9	0.732	4	0.3912	5	0.417	58	5.97
	*新銀合歡(70%)/ 余甘子(30%)	1	0.294	5	1.139	2	0.156	1	0.092			2	0.145	2	0.163	0		0		13	1.99
	*坂柳(70%)/ 苦楝(30%)	2	0.588	3	0.683	1	0.078	1	0.092			2	0.145	4	0.325	1	0.098	0		14	2.01
	苦楝(70%)/ 膏桐(30%)	2	0.588	5	1.139	1	0.078	1	0.092			1	0.073	1	0.081	0		0		11	2.05
	*滇楊	0		0		0		1	0.092			0		1	0.081	2	0.196	2	0.167	6	0.54
	小計	11	3.235	15	3.416	15	1.166	6	0.551	15	0.887	17	1.233	17	1.383	8	0.782	8	0.668	112	13.32
經濟林	花椒	1	0.054	0		0		0		0		0		0		0		0		1	0.05
	板栗	1	0.054	0		0		0		1	0.030			0		0		0		2	0.08
	胡桃	0		0		1	0.039	0		2	0.059			1	0.069	0		0		4	0.17
	石榴	1	0.054	3	0.256	1	0.039	3	0.028	0				0		2	0.078	0		10	0.45
	柑橘類	3	0.162	1	0.085	1	0.039	3	0.028	0				1	0.069	0		0		9	0.38
	小計	6	0.324	4	0.342	3	0.117	6	0.055	3	0.089	0		2	0.138	2	0.078	0		26	1.14
薪炭林	聖誕櫟(70%)/ 程里(30%)	5	0.404	3	0.140	2	0.175	2	0.033	8	0.118	1	0.042	4	0.166	2	0.117	2	0.091	29	1.29
	坂柳	1	0.081	8	0.373	0		3	0.050	1	0.015	3	0.126	1	0.041	0		0		17	0.69
	馬桑	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	0.00
	小計	6	0.485	11	0.512	2	0.175	5	0.083	9	0.133	4	0.168	5	0.207		0.117	2	0.091	46	1.97
計		4.044		4.270		1.458	17	0.689	27	1.109	21	1.401	24	1.729		0.978		0.759	184	16.44	

\* : これらの生態林は薪炭林としても利用される。

\*\* : 表中の樹林面積は各ブロックの面積の80%で計算している。

\*\*\* : 生態林、經濟林、薪炭林の割合は80:8:12である。

表H.30 造林面積及び造林費用(烏龍河)

分類	樹種	単価 千元/Km2	T-1~5ブロック (4.04km2)			T-6~10ブロック (4.27km2)			T-11~15ブロック (1.46km2)			T-16~20ブロック (0.68km2)			T-21~25ブロック (1.11km2)			T-26~30ブロック (1.40km2)			T-31~35ブロック (1.73km2)			T-36~40ブロック (0.98km2)			T-41~45ブロック (0.76km2)			合計 (16.44km2)				
			樹種割合	樹林面積	費用	樹種割合	樹林面積	費用	樹種割合	樹林面積	費用	樹種割合	樹林面積	費用	樹種割合	樹林面積	費用	樹種割合	樹林面積	費用	樹種割合	樹林面積	費用	樹種割合	樹林面積	費用	樹種割合	樹林面積	費用	樹種割合	樹林面積	費用		
			生態林	高山松	759																													0
華山松(70%)/ 旱冬瓜(30%)	759								4	0.311	236					1	0.059	44.9	3	0.22	165.1					1	0.098	74.2	1	0.083	63.4	10	0.769	583.7
*雲南松(70%)/ 麻クヌギ(30%)	759	6		1.765	1339.4	2	0.455	345.7	7	0.544	413	2	0.184	139.5	14	0.828	628.5	9	0.65	495.4	9	0.732	555.8	4	0.391	259.0	5	0.417	316.8	58	5.970	4,493.2		
*新銀合歡(70%)/ 余甘子(30%)	759	1		0.294	223.23	5	1.139	864.2	2	0.156	118	1	0.092	69.73					2	0.15	110.1	2	0.163	123.5						13	1.988	1,508.8		
*坂柳(70%)/ 苦刺(30%)	662	2		0.588	389.4	3	0.683	452.3	1	0.078	51.5	1	0.092	60.8					2	0.145	96.0	4	0.325	215.5	1	0.098	64.7			14	2.009	1,330.2		
*苦棟(70%)/ 高桐(30%)	743	2		0.59	437.05	5	1.139	846.0	1	0.078	57.8	1	0.092	68.3					1	0.073	53.9	1	0.081	60.5						11	2.050	1,523.4		
*楓樹	851								1	0.092	78.2														2	0.196	166.4	2	0.167	142.0	6	0.536	455.8	
小計		11		3.24	2389	15	3.416	2508.3	15	1.166		6	0.551	416.4	15	0.887	673.4	17	1.233	920.5	17	1.383	1024.5	8	0.782	564.3	8	0.668	522.2	112	13.322	9,895.2		
花楸	1,149	1		0.05	61.954											1	0.03	34.9														1	0.054	62.0
板栗	1,179	1	0.05	63.572											1	0.03	34.9														2	0.083	98.4	
胡桃	1,140								1	0.039	44.3				2	0.059	67.4						1	0.069	78.8						4	0.167	190.6	
柑橘類	1,254	3	0.16	202.85	1	0.085	107.1	1	0.039	48.8	3	0.028	34.6										1	0.069	86.7						9	0.383	480.0	
小計	0	6	0.32	0	4	0.342	107.1	3	0.117	135	6	0.055	64.5	3	0.089		0	0.0		2	0.138	165.6	2	0.078	85.0	0	0.000	0.0	26	1.142	1,367.9			
薪炭林	聖誕樹(70%)/ 相思(30%)	735	5	0.404	297.23	3	0.14	102.7	2	0.175	129	2	0.033	24.3	8	0.118	86.9	1	0.042	30.9	4	0.166	122.0	2	0.117	86.3	2	0.091	66.9	29	1.287	945.9		
	坂柳	564	1	0.081	45.616	8	0.373	210.2				3	0.050	28.0	1	0.015	8.3	3	0.126	71.1	1	0.041	23.4							17	0.686	386.6		
	馬桑	489																												0	0.000	0.0		
	小計		6	0.485	342.85	11	0.512	312.9	2	0.175		5	0.083	52.3	9	0.133		4	0.168	102.0	5	0.207	145.4	2	0.117	86.3	2	0.091	66.9	46	1.972	1,332.5		
計		23	4.044	2,731.9	30	4.270	2,928.2	0	1.458	135.3	17	0.689	533.2	27	1.109	673.4	21	1.401	1,022.5	24	1.729	1,335.4	12	0.978	735.5	0	0.759	589.2	184	16.437	12,595.6			

\*: これらの生態林は薪炭林としても利用される。

\*\* : 表中の樹林面積は各ブロックの面積の80%で計算している。

\*\*\* : 生態林、経済林、薪炭林の割合は80:8:12とする

表H.31 付帯施設費用

項目	細目	数量	単価	費用(千元)
道路	防火帯	19km	10(千元/km)	190
	巡視保護用	15km	50(千元/km)	750
	歩行者用	15km	5(千元/km)	75
	保護員小屋	620m <sup>2</sup>	1(千元/m <sup>2</sup> )	620
総計			総計	1,635

表H.32 草地・半荒草地の造林による便益

効果項目	効果量	便益原単位	便益額(千元/年)
表面侵食抑制効果	16.44x2,700=44,388m <sup>3</sup>	9元/m <sup>3</sup> /年	399.5
新規崩壊抑制効果	16.44x1,600=26,304m <sup>3</sup>	9元/m <sup>3</sup> /年	236.7
温暖化ガス吸収効果	16.44km <sup>2</sup>	74.3千元/km <sup>2</sup> /年	1,221.5
保水効果	16.44km <sup>2</sup>	33.3千元/km <sup>2</sup> /年	547.5
経済林生産効果	1.14km <sup>2</sup>	750千元/km <sup>2</sup> /年	855.0
総計			3,260.2

表H.33 崩壊地造林樹種及び造林+山腹工費用

(単位:面積:1000m<sup>2</sup>、費用:千元)

崩壊地地目	1500m以下			1500-2400m			2400-3000m			合計	
	面積	樹種	費用	面積	樹種	費用	面積	樹種	費用	面積	費用
林地	1.8	坂柳/ 苦刺	17.4	260.7	雲南松/ クヌギ	2,544.2	27.2	高山 松	265.4	289.7	2,827.0
耕地	8.6		83.1	98.3		959.3	11.8		115.2	118.7	1,157.6
草地・半荒 れ草地	104.0		1,004.8	428.8		4,184.7	16.4		160.0	549.2	5,349.6
合計	114.4		1,105.3	787.8		7,688.1	55.4		540.6	957.6	9,334.1
造林+山腹 工単価	坂柳/苦刺 単価:9,662元/1000m <sup>2</sup>			雲南松/クヌギ 9,759元/1000m <sup>2</sup>			高山松 9,759元/1000m <sup>2</sup>				

表H.34 崩壊地の造林+山腹工に対する便益

効果項目	効果量	便益原単位	便益額(千元/年)
表面侵食抑制効果	0.958x10,000=9,580m <sup>3</sup>	9元/m <sup>3</sup> /年	86.2
新規崩壊抑制効果	0.958x55,000=52,690m <sup>3</sup>	9元/m <sup>3</sup> /年	474.2
温暖化ガス吸収効果	0.958km <sup>2</sup>	74.3千元/km <sup>2</sup> /年	71.2
保水効果	0.958km <sup>2</sup>	33.3千元/km <sup>2</sup> /年	31.9
総計			663.5

表H.35 計画対象数量及び事業費

種別	対策		数量	事業費 (千元)	適用
	対策名	細目			
生物的対策	草地・半荒地の造林 付帯施設	—	16.44km <sup>2</sup>	12,596	
				1,635	
	崩壊地の造林プ ラス山腹工	林地	0.290km <sup>2</sup>	2,827	
		耕地	0.119km <sup>2</sup>	1,158	
		草地・半荒れ 草地	0.550km <sup>2</sup>	5,350	
構造物対策	ガリー侵食防止 傾斜農地の棚畑 化		129km	12,691	
			11.13km <sup>2</sup>	25,599	
総計				61,856	

表H.36 便益のまとめ

種別	対策		効果項目	効果量 (千元)	便益原単位	便益額(千元/年)
	対策名					
生物的対策	草地・半荒地の 造林		表面侵食抑制効果	16.44x2,700=44,388m <sup>3</sup>	9元/m <sup>3</sup> /年	399.5
			新規崩壊抑制効果	16.44x1,600=26,304m <sup>3</sup>	9元/m <sup>3</sup> /年	236.7
			温暖化ガス吸収効果	16.44km <sup>2</sup>	74.3千元/km <sup>2</sup> /年	1,221.5
			保水効果	16.44km <sup>2</sup>	33.3千元/km <sup>2</sup> /年	547.5
			経済林生産効果 小計	1.14km <sup>2</sup>	750千元/km <sup>2</sup> /年	855.0 3,260.2
	崩壊地の造林プ ラス山腹工		表面侵食抑制効果	0.958x10,000=9,580m <sup>3</sup>	9元/m <sup>3</sup> /年	86.2
			新規崩壊抑制効果	0.958x55,000=52,690m <sup>3</sup>	9元/m <sup>3</sup> /年	474.2
			温暖化ガス吸収効果	0.958km <sup>2</sup>	74.3千元/km <sup>2</sup> /年	71.2
			保水効果	0.958km <sup>2</sup>	33.3千元/km <sup>2</sup> /年	31.9
			小計			663.5
構造物対策	ガリー侵食防止 傾斜農地の棚畑 化	表面侵食抑制効果	129kmx400m <sup>3</sup> /km=51,600m <sup>3</sup>	9元/m <sup>3</sup> /年	464.4	
		生産土砂の抑制効果	11.13km <sup>2</sup> x 4,000m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> =44,520m <sup>3</sup>	9元/m <sup>3</sup>	400.7	
		農地改良効果	11.13km <sup>2</sup>	150(千元/km <sup>2</sup> )	1,670	
総計						6,459

表H.37 ブロックごと造林樹種及び造林面積(東川市街地流域)

分類	樹種	単価	T-1, 2ブロック (1.36km <sup>2</sup> )		T-3,4ブロック (0.76km <sup>2</sup> )		T-5, 6ブロック (1.12km <sup>2</sup> )		T-7,8ブロック (1.14km <sup>2</sup> )		T-9,10ブロック (0.18km <sup>2</sup> )		T-11,12ブロック (1.12km <sup>2</sup> )		T-13,14ブロック (0.41km <sup>2</sup> )	
			樹種割合	樹林面積	樹種割合	樹林面積	樹種割合	樹林面積	樹種割合	樹林面積	樹種割合	樹林面積	樹種割合	樹林面積	樹種割合	樹林面積
生態林	高山松	759	3	0.679					2	0.148			6	0.684		
	華山松(70%)/ (30%) 旱冬瓜	759	1	0.226			1	0.114	1	0.074			1	0.114		
	*雲南松(70%)/ 麻ク	759			6	0.765	4	0.456	7	0.520					1	0.146
	*新銀合歡(70%)/ 余甘子(30%)	759					1	0.114							1	0.146
	*坂柳(70%)/ 苦刺(30%)	662					1	0.114			1	0.167				
	苦棟(70%)/ 膏桐(30%)	743														
	*瀛楊	851							1	0.074						
小計		6	1.358	6	0.765	7	0.798	11	0.816	1	0.167	7	0.798	2	0.292	
経済林	花椒	1,149								1	0.004					
	板栗	1,179														
	胡桃	1,140					1	0.127	1	0.130			2	0.127	3	0.035
	石榴	1,086									2	0.007				
	柑橘類	1,254								1	0.004				1	0.012
小計		0	0	0	0	1	0.127	1	0.130	4	0.015	2	0.127	4	0.047	
薪炭林	聖誕樹(70%)/ (30%) 相思	735					4	0.191	1	0.196			2	0.191	2	0.070
	坂柳	564														
	馬桑	489														
	小計	326	0	0	0	0	4	0.191	1	0.196	0	0	2	0.191	2	0.070
計		6	1.358	6	0.764583	12	1.116	13	1.142	5	0.181	11	1.116	8	0.409	

分類	樹種	単価	T-15,16ブロック (0.15km <sup>2</sup> )		T-17ブロック (0.04km <sup>2</sup> )		T-18,19ブロック (0.07km <sup>2</sup> )		T-20,21ブロック (1.07km <sup>2</sup> )		T-22,23ブロック (0.49km <sup>2</sup> )		合計 (8.56km <sup>2</sup> )	
			樹種割合	樹林面積	樹種割合	樹林面積	樹種割合	樹林面積	樹種割合	樹林面積	樹種割合	樹林面積	樹種割合	樹林面積
生態林	高山松						1	0.078					12	1.590
	華山松(70%)/ (30%) 旱冬瓜	759					2	0.157					6	0.685
	*雲南松(70%)/ 麻ク	759	1	0.108			5	0.392	5	0.640			31	3.478
	*新銀合歡(70%)/ 余甘子(30%)	759											2	0.260
	*坂柳(70%)/ 苦刺(30%)	662							1	0.128	2	0.177	5	0.585
	苦棟(70%)/ 膏桐(30%)	743									2	0.177	2	0.177
	*瀛楊	851											1	0.074
小計		1	0.108	0	0	8	0.628	6	0.768	4	0.353	59	6.849	
経済林	花椒	1,149							1	0.061	2	0.028	4	0.093
	板栗	1,179											0	0.000
	胡桃	1,140							1	0.061			8	0.480
	石榴	1,086			1	0.044					1	0.014	4	0.065
	柑橘類	1,254	1	0.017							1	0.014	4	0.047
小計		1	0.017	1	0.044	0	0	2	0.122	4	0.056	20	0.685	
薪炭林	聖誕樹(70%)/ (30%) 相思	735					1	0.086	4	0.184			14	0.917
	坂柳	564	1	0.026							2	0.085	3	0.110
	馬桑	489											0	0.000
	小計	326	1	0.026	0	0	1	0.086	4	0.184	2	0.085	17	1.027
計		3	0.151	1	0.044	9	0.713	12	1.074	10	0.494	96	8.562	

\* : これらの生態林は薪炭林としても利用される。

\*\* : 表中の樹林面積は各ブロックの面積の80%で計算している。

\*\*生態林、経済林、薪炭林の割合は80:8:12とする

表H.38 造林面積及び造林費用（東川市街地流域）

分類	樹種	単価	T-1、2ブロック (1.36km <sup>2</sup> )			T-3,4ブロック (0.76km <sup>2</sup> )			T-5、6ブロック (1.12km <sup>2</sup> )			T-7,8ブロック (1.14km <sup>2</sup> )			T-9,10ブロック (0.18km <sup>2</sup> )			T-11,12ブロック (1.12km <sup>2</sup> )			T-13,14ブロック (0.41km <sup>2</sup> )				
			樹種割合	樹林面積	費用	樹種割合	樹林面積	費用	樹種割合	樹林面積	費用	樹種割合	樹林面積	費用	樹種割合	樹林面積	費用	樹種割合	樹林面積	費用	樹種割合	樹林面積	費用		
			生態林	高山松	759	3	0.679	515.2					2	0.148	112.7				6	0.684	519.0				
華山松(70%) 早冬瓜(30%)	759	1		0.226	171.7				1	0.114	86.5	1	0.074	56.3		1	0.114	86.5							
*雲南松(70%) 麻クスギ(30%)	759	2		0.453	343.5	6	0.765	580.3	4	0.456	346.0	7	0.520	394.4					1	0.146	110.9				
*新銀合歡 (70%) / 余甘	759								1	0.114	86.5									1	0.146	110.9			
*坂柳(70%) 苦刺(30%)	662								1	0.114	75.4				1	0.167	110.4								
苦棟(70%) 香樟(30%)	743																								
*滇楊	851											1	0.074	63.1											
小計		6	1.358	1,030.4	6	0.765	580.3	7	0.798	594.4	11	0.816	626.5	1	0.167	110.4	7	0.798	605.5	2	0.292	221.8			
経済林	花椒	1,149												1	0.004	4.2									
	板栗	1,179																							
	胡桃	1,140							1	0.127	144.9	1	0.130	148.3				2	0.127	144.9	3	0.035	39.8		
	柑橘類	1,254												2	0.007	7.9				2	0.127	144.9	1	0.012	14.6
	小計		0	0		0	0		1	0.127	144.9	1	0.130	148.3	4	0.015	16.6	2	0.127	144.9	4	0.047	54.4		
薪炭林	聖誕樹(70%) 相思(30%)	735							4	0.191	140.4	1	0.196	143.7				2	0.191	140.4	2	0.070	51.4		
	坂柳	564																							
	馬桑	489																							
	小計	326	0	0		0	0		4	0.191	140.4	1	0.196	143.7	0	0	0.0	2	0.191	140.4	2	0.070	51.4		
計		6	1.358	1,030.4	6	0.765	580.3	12	1.116	879.8	13	1.142	918.5	5	0.181	127.0	11	1.116	890.9	8	0.409	327.6			

分類	樹種	単価	T-15,16ブロック (0.15km <sup>2</sup> )			T-17ブロック (0.04km <sup>2</sup> )			T-18,19ブロック (0.07km <sup>2</sup> )			T-20,21ブロック (1.07km <sup>2</sup> )			T-22,23ブロック (0.49km <sup>2</sup> )			合計 (8.56km <sup>2</sup> )		
			樹種割合	樹林面積	費用	樹種割合	樹林面積	費用	樹種割合	樹林面積	費用	樹種割合	樹林面積	費用	樹種割合	樹林面積	費用	樹種割合	樹林面積	費用
			生態林	高山松	759							1	0.078	59.542						11
華山松(70%) 早冬瓜(30%)	759								2	0.157	119.084					4	0.685	520.2		
*雲南松(70%) 麻クスギ(30%)	759	1		0.108	81.8				5	0.392	297.711	5	0.640	485.5		20	3.478	2640.0		
*新銀合歡 (70%) / 余甘子	759															2	0.260	197.4		
*坂柳(70%) 苦刺(30%)	662											1	0.128	84.6	2	0.1766	116.8	2	0.585	387.2
苦棟(70%) 香樟(30%)	743													2	0.1766	131.1	0	0.177	131.1	
*滇楊	851															1	0.074	63.1		
小計		1	0.108	81.8	0	0	0.0	8	0.628	476.3	6	0.768	570.1	4	0.353	248.0	40	6.849	5,145.5	
経済林	花椒	1,149										1	0.061	70.3	2	0.0281	32.3	1	0.093	106.8
	板栗	1,179															0	0	0.0	
	胡桃	1,140										1	0.061	69.7				7	0.480	547.7
	柑橘類	1,254	1	0.017	21.5		1	0.044	47.6					1	0.0141	15.3	2	0.065	70.7	
	小計		1	0.017	21.5	1	0.044	47.6	0	0	0.0	2	0.122	140.0	4	0.056	65.3	12	0.685	783.5
薪炭林	聖誕樹(70%) 相思(30%)	735							1	0.086	62.901	4	0.184	135.1				9	0.917	674.0
	坂柳	564	1	0.026	14.6									2	0.085	47.7	0	0.110	62.3	
	馬桑	489															0	0	0.0	
	小計	326	1	0.026	14.6	0	0	0.0	1	0.086	62.9	4	0.184	135.1	2	0.085	47.7	9	1.027	736.3
計		3	0.151	117.9	1	0.044	47.6	9	0.713	539.2	12	1.074	845.1	10	0.494	361.0	61	8.562	6,665.3	

\*：これらの生態林は薪炭林としても利用される。

\*\*\*生態林、経済林、薪炭林の割合は80:8:12とする

\*\*：表中の樹林面積は各ブロックの面積の80%で計算している。

表H.39 付帯施設費用

項目	細目	数量	単価	費用(千元)
道路	防火帯	12km	10(千元/km)	120
	巡視保護用	12km	50(千元/km)	600
	歩行者用	58km	5(千元/km)	290
保護員小屋		440m <sup>2</sup>	1(千元/m <sup>2</sup> )	440
総計				1,450

表H.40 草地・半荒草地の造林による便益

効果項目	効果量	便益原単位	便益額(千元/年)
表面侵食抑制効果	8.56x2,700=23,112m <sup>3</sup>	9元/m <sup>3</sup> /年	208.0
新規崩壊抑制効果	8.56x1,600=13,696m <sup>3</sup>	9元/m <sup>3</sup> /年	123.3
温暖化ガス吸収効果	8.56km <sup>2</sup>	74.3千元/km <sup>2</sup> /年	636.0
保水効果	8.56km <sup>2</sup>	33.3千元/km <sup>2</sup> /年	285.0
経済林生産効果	0.69km <sup>2</sup>	750千元/km <sup>2</sup> /年	517.5
総計			1769.8

表H.41 崩壊地造林樹種及び造林+山腹工事業費

(単位:面積:1000m<sup>2</sup>、費用:千元)

崩壊地地目	1500m以下			1500-2400m			2400-3000m			合計	
	面積	樹種	費用	面積	樹種	費用	面積	樹種	費用	面積	費用
林地	2.8	坂柳/ 苦刺	27.1	11.4	雲南松/ クヌギ	111.2	5.6	高山 松	54.7	19.8	193.0
耕地	0.6		5.8	5.0		49.0	0.2		2.0	5.8	56.5
草地・半荒 れ草地	0.6		5.8	40.0		390.0	44.2		431.3	84.8	827.5
合計	4.0		38.7	56.4		550.2	50.0		488.0	110.4	1,077.0
造林+山腹 工単価	坂柳/苦刺		雲南松/クヌギ			高山松					
	単価:9,662元/1,000m <sup>2</sup>		9,759元/1,000m <sup>2</sup>			9,759元/1,000m <sup>2</sup>					

表H.42 崩壊地の造林+山腹工に対する便益

効果項目	効果量	便益原単位	便益額(千元/年)
表面侵食抑制効果	0.110x10,000=1,100m <sup>3</sup>	9元/m <sup>3</sup> /年	9.9
新規崩壊抑制効果	0.110x55,000=6,050m <sup>3</sup>	9元/m <sup>3</sup> /年	54.5
温暖化ガス吸収効果	0.110km <sup>2</sup>	74.3千元/km <sup>2</sup> /年	8.2
保水効果	0.110km <sup>2</sup>	33.3千元/km <sup>2</sup> /年	3.7
総計			76.3

表H.43 計画対象数量及び事業費

種別	対策		数量	事業費 (千元)	適用
	対策名	細目			
生物的対策	草地・半荒地 の造林 付帯施設	—	8.56km <sup>2</sup>	6,665	
					1,456
	崩壊地の造林 プラス山腹工	林地	0.020km <sup>2</sup>	193	
		耕地	0.006km <sup>2</sup>	57	
		草地・半荒 れ草地	0.085	827	
構造物対策	ガリー侵食防 傾斜農地の棚 畑化		39km	3,836	
			1.54km <sup>2</sup>	3,542	
総計				16,576	

表H.44 便益のまとめ

種別	対策		効果項目	効果量 (千元)	便益原単位	便益額(千元/ 年)	
	種別	対策名					
生物的対策	草地・半荒地 の造林		表面侵食抑制効果	8.56x2,700=23,112m <sup>3</sup>	9元/m <sup>3</sup> /年	208.0	
			新規崩壊抑制効果	8.56x1,600=13,696m <sup>3</sup>	9元/m <sup>3</sup> /年	123.3	
			温暖化ガス吸収効果	8.56km <sup>2</sup>	74.3千元/km <sup>2</sup> /年	636.0	
			保水効果	8.56km <sup>2</sup>	33.3千元/km <sup>2</sup> /年	285.0	
			経済林生産効果	0.69km <sup>2</sup>	750千元/km <sup>2</sup> /年	517.5	
		小計				1,769.8	
	崩壊地の造林 プラス山腹工			表面侵食抑制効果	0.110x10,000=1,100m <sup>3</sup>	9元/m <sup>3</sup> /年	9.9
				新規崩壊抑制効果	0.110x55,000=6,050m <sup>3</sup>	9元/m <sup>3</sup> /年	54.5
				温暖化ガス吸収効果	0.110km <sup>2</sup>	74.3千元/km <sup>2</sup> /年	8.2
				保水効果	0.110km <sup>2</sup>	33.3千元/km <sup>2</sup> /年	3.7
小計							76.3
構造物対策	ガリー侵食 防止		表面侵食抑制効果	39kmx400m <sup>3</sup> /km=15,600m <sup>3</sup>	9元/m <sup>3</sup> /年	140.4	
			生産土砂の抑制効果	1.54km <sup>2</sup> x 4,000m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> =6,160m <sup>3</sup>	9元/m <sup>3</sup> /年	55.4	
	傾斜農地の 棚畑化		農地改良効果	1.54km <sup>2</sup>	150(千元/km <sup>2</sup> )	231.0	
			小計				426.8
総計						2,273	

表H.45 ブロックごと造林樹種及び造林面積(桃家小河)

分類	樹種	単価	T-1ブロック (1.10km <sup>2</sup> )		T-2ブロック (0.95km <sup>2</sup> )		T-3ブロック (0.04km <sup>2</sup> )		T-4ブロック (0.22km <sup>2</sup> )		T-5ブロック (0.22km <sup>2</sup> )		T-6ブロック (0.31km <sup>2</sup> )		T-7ブロック (1.60km <sup>2</sup> )		T-8ブロック (0.88km <sup>2</sup> )		
			樹種割合	樹林面積	樹種割合														
生態林	高山松	759	6	1.097	2	0.537													
	華山松(70%)/ 旱冬瓜(30%)	759			1	0.268	1	0.041											
	*雲南松(70%)/ 麻クスギ(30%)	759							1	0.220	2	0.220	3	0.261	6	1.352			
	*新銀合歡(70%)/ 余甘子(30%)	759																	
	*坂柳(70%)/ 苦刺(30%)	662																	
	苦棟(70%)/ 齊桐(30%)	743																	
	*濃楊	851																1	0.596
小計			6	1.097	3	0.805	1	0.041	1	0.220	2	0.220	3	0.261	6	1.352	1	0.596	
経済林	花椒	1,149																	
	板栗	1,179																	
	胡桃	1,140																2	0.178
	石榴	1,086																	
	柑橘類	1,254																	
	小計	0	0		0		0		0		0		0		0		2	0.178	
薪炭林	聖誕樹(70%)/ 相思(30%)	735												1	0.082	2	0.109		
	坂柳	564																	
	馬桑	489			3	0.147							1	0.048	2	0.165			
	小計	326	0		3	0.147	0		0		0		1	0.048	3	0.247	2	0.109	
計			6	1.097	6	0.952	1	0.041	1	0.220	2	0.220	4	0.308	9	1.600	5	0.883	

分類	樹種	単価	T-9ブロック (0.80km <sup>2</sup> )		T-10ブロック (1.72km <sup>2</sup> )		T-11ブロック (1.07km <sup>2</sup> )		T-12ブロック (0.44km <sup>2</sup> )		T-13 (0.13km <sup>2</sup> )		T-14 (0.79km <sup>2</sup> )		T-15 (0.71km <sup>2</sup> )		合計 (10.98km <sup>2</sup> )	
			樹種割合	樹林面積	樹種割合	樹林面積	樹種割合	樹林面積	樹種割合	樹林面積	樹種割合	樹林面積	樹種割合	樹林面積	樹種割合	樹林面積	樹種割合	樹林面積
生態林	高山松	759															8	1.634
	華山松(70%)/ 旱冬瓜(30%)	759					1	0.226			2	0.072	2	0.223			7	0.830
	*雲南松(70%)/ 麻クスギ(30%)	759	1	0.539	4	0.776	3	0.678	4	0.372	1	0.036	3	0.335	2	0.598	30	5.387
	*新銀合歡(70%)/ 余甘子(30%)	759															0	0.000
	*坂柳(70%)/ 苦刺(30%)	662			1	0.194											1	0.194
	苦棟(70%)/ 齊桐(30%)	743			1	0.194											1	0.194
	*濃楊	851											1	0.112			2	0.707
小計		1	0.539	6	1.164	4	0.904	4	0.372	3	0.108	6	0.670	2	0.598	49	8.946	
経済林	花椒	1,149	1	0.161													1	0.161
	板栗	1,179			1	0.174											1	0.174
	胡桃	1,140			1	0.174											3	0.352
	石榴	1,086															0	0.000
	柑橘類	1,254															0	0.000
	小計	0	1	0.161	2	0.348	0		0		0		0		0		5	0.686
薪炭林	聖誕樹(70%)/ 相思(30%)	735	2	0.098	1	0.213	1	0.165									7	0.668
	坂柳	564															0	0.000
	馬桑	489							3	0.0680047	1	0.020	1	0.122	1	0.109	12	0.679
	小計	326	2	0.098	1	0.213	1	0.165	3	0.0680047	1	0.020	1	0.122	1	0.109	19	1.347
合計			4	0.798	9	1.724	5	1.070	7	0.440	4	0.127	7	0.792	3	0.707	73	10.980

\*: これらの生態林は薪炭林としても利用される。

\*\* : 面積は各ブロックの測定面積に80%を乗じた値を適用している。

\*\*\*: 生態林、経済林、薪炭林の割合は80:8:12とする。

表H.46 造林面積及び造林事業費(桃家小河)

分類	樹種	単価	T-1ブロック (1.10km <sup>2</sup> )		T-2ブロック (0.95km <sup>2</sup> )		T-3ブロック (0.04km <sup>2</sup> )		T-4ブロック (0.22km <sup>2</sup> )		T-5ブロック (0.22km <sup>2</sup> )		T-6ブロック (0.31km <sup>2</sup> )		T-7ブロック (1.60km <sup>2</sup> )		T-8ブロック (0.88km <sup>2</sup> )									
			樹種割合	樹林面積	費用	樹種割合	樹林面積	費用	樹種割合	樹林面積	費用	樹種割合	樹林面積	費用	樹種割合	樹林面積	費用	樹種割合	樹林面積	費用						
生態林	高山松	759	6	1,097	832.8	2	0.537	407.3																		
	華山松(70%)/ 皇冬瓜(30%)	759				1	0.268	203.7	1	0.041	31															
	*雲南松(70%)/ 麻クスギ(30%)	759							1	0.220	167.2	2	0.220	167.1	3	0.261	197.76	6	1.352	1026.4						
	*新銀合歡 (70%)/余甘 *坂柳(70%)/ 苦刺(30%)	759																								
	苦棟(70%)/ 膏桐(30%)	743																								
	*滇楊	851																	1	0.596	506.7					
小計			6	1,097	832.8	3	0.805	611.0	1	0.041	31	1	0.220	167.2	2	0.220	167.1	3	0.261	197.76	6	1.352	1026.4	1	0.596	506.7
経済林	花椒	1,149																								
	板栗	1,179																								
	胡桃	1,140																		2	0.178	202.9				
	石榴	1,086																								
	柑橘類	1,254																								
	小計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.178	202.9	
薪炭林	聖誕樹(70%)/ 相思(30%)	735														1	0.082	60.6	2	0.109	80.1					
	坂柳	564																								
	馬桑	489				3	0.147	72.0							1	0.048	23.299	2	0.165	80.6						
	小計	326	0	0	0	3	0.147	72.0	0	0	0	0	0	0	1	0.048	23.299	3	0.247	141.2	2	0.109	80.08			
計			6	1,097	832.8	6	0.952	683.0	1	0.041	31	1	0.220	167.2	2	0.220	167.1	4	0.308	221.06	9	1.6	1167.7	5	0.883	789.66

分類	樹種	単価	T-9ブロック (0.88km <sup>2</sup> )		T-10ブロック (1.72km <sup>2</sup> )		T-11ブロック (1.07km <sup>2</sup> )		T-12ブロック (0.44km <sup>2</sup> )		T-13 (0.13km <sup>2</sup> )		T-14 (0.79km <sup>2</sup> )		T-15 (0.71km <sup>2</sup> )		合計 (10.98km <sup>2</sup> )										
			樹種割合	樹林面積	費用	樹種割合	樹林面積	費用	樹種割合	樹林面積	費用	樹種割合	樹林面積	費用	樹種割合	樹林面積	費用	樹種割合	樹林面積	費用							
生態林	高山松	759																8	1.63	1240.1							
	華山松(70%)/ 皇冬瓜(30%)	759						1	0.226	171.6								7	0.83	630.2							
	*雲南松(70%)/ 麻クスギ(30%)	759	1	0.539	408.8	4	0.776	588.8	3	0.678	514.8	4	0.372	282.2	1	0.036	27.3	3	0.33	254.2	2	0.598	453.8	30	5.39	4088.5	
	*新銀合歡 (70%)/余甘子	759																									
	*坂柳(70%)/ 苦刺(30%)	662				1	0.194	128.3											1	0.19	128.3						
	苦棟(70%)/ 膏桐(30%)	743				1	0.194	144.0											1	0.19	144.0						
	*滇楊	851													1	0.11	95.0				2	0.71	601.7				
小計			1	0.539	408.8	6	1.164	861.1	4	0.904	686.5	4	0.372	282.2	3	0.108	81.8	6	0.67	518.6	2	0.598	453.8	49	8.95	6,832.9	
経済林	花椒	1,149	1	0.161	184.8																1	0.16	184.8				
	板栗	1,179				1	0.174	204.9													1	0.17	204.9				
	胡桃	1,140				1	0.174	198.1													3	0.35	401.0				
	石榴	1,086																			0	0	0				
	柑橘類	1,254																			0	0	0				
	小計	0	1	0.161	184.8	2	0.348	403	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0.686	790.7				
薪炭林	聖誕樹(70%)/ 相思(30%)	735	2	0.098	72.4	1	0.213	156.4	1	0.165	121.6										7	0.67	491.0				
	坂柳	564																			0	0	0				
	馬桑	489							3	0.068	33.3	1	0.02	9.6	1	0.12	59.9	1	0.109	53.5	12	0.68	332.2				
	小計	326	2	0.098	72.4	1	0.213	156.4	1	0.165	121.6	3	0.068	33.3	1	0.02	9.6	1	0.12	59.902	1	0.109	53.5	19	1.35	832.2	
計			4	0.798	666.0	9	1.724	1420.5	5	1.07	808.0	7	0.44	315.5	4	0.127	91.4	7	0.79	578.5	3	0.707	507.3	73	10.98	8,446.8	

\* : これらの生態林は薪炭林としても利用される。

\*\* : 面性は各ブロックの測定面積に80%を乗じた値を適用している。

生態林、経済林、薪炭林の割合は東川区域は80:8:12、会澤県区域は80:5:15とする。

表H.47 付帯施設費用

項目	細目	数量	単価	費用(千元)
道路	防火帯	14km	10(千元/km)	140
	巡視保護用	14km	50(千元/km)	700
	歩行者用	70km	5(千元/km)	350
保護員小屋		320m <sup>2</sup>	1(千元/m <sup>2</sup> )	320
総計				1510

表H.48 草地・半荒草地の造林による便益

効果項目	効果量	便益原単位	便益額(千元/年)
表面侵食抑制効果	10.98x2,700=29,646m <sup>3</sup>	9元/m <sup>3</sup> /年	266.8
新規崩壊抑制効果	10.98x1,600=17,568m <sup>3</sup>	9元/m <sup>3</sup> /年	158.1
温暖化ガス吸収効果	10.98km <sup>2</sup>	74.3千元/km <sup>2</sup> /年	815.8
保水効果	10.98km <sup>2</sup>	33.3千元/km <sup>2</sup> /年	365.6
経済林生産効果	0.69km <sup>2</sup>	750千元/km <sup>2</sup> /年	517.5
総計			2,123.8

表H.49 崩壊地造林+山腹工費用

(単位:面積:1000m<sup>2</sup>、費用:千元)

崩壊地地目	1500m以下			1500-2400m			2400-3000m			合計	
	面積	樹種	費用	面積	樹種	費用	面積	樹種	費用	面積	費用
林地	5.1	坂柳/ 苦刺	49.3	185.3	雲南松/ クヌギ	1,808.3	137.7	高山松	1,344	328.1	3,201
耕地	0.0		0.0	19.5		190.3	17.7		173	37.2	363
草地・半荒れ草地	9.6		92.8	457.9		4,468.6	195.3		1,906	662.8	6,467
合計	14.7		142.0	662.7		6,467.3	350.7		3,422	1,028.1	10,032
造林+山腹工単価	坂柳/苦刺		雲南松/クヌギ			高山松					
	9,662元/1,000m <sup>2</sup>		9,759元/1,000m <sup>2</sup>			9,759元/1,000m <sup>2</sup>					

表H.50 崩壊地の造林+山腹工に対する便益

効果項目	効果量	便益原単位	便益額(千元/年)
表面侵食抑制効果	1.028x10,000=10,280m <sup>3</sup>	9元/m <sup>3</sup> /年	92.52
新規崩壊抑制効果	1.028x55,00=56,540m <sup>3</sup>	9元/m <sup>3</sup> /年	508.86
温暖化ガス吸収効果	1.028km <sup>2</sup>	74.3千元/km <sup>2</sup> /年	76.38
保水効果	1.028km <sup>2</sup>	33.3千元/km <sup>2</sup> /年	34.23
総計			711.99

表H.51 計画対象数量及び事業費

種別	対策		数量	事業費 (千元)	適用
	対策名	細目			
生物的対策	草地・半荒地の 造林 付帯施設	—	10.98km <sup>2</sup>	8,447	
				1,510	
	崩壊地の造林プ ラス山腹工	林地	0.328km <sup>2</sup>	3,201	
		耕地	0.037km <sup>2</sup>	363	
		草地・半荒れ 草地	0.663km <sup>2</sup>	6,467	
構造物対策	ガリー侵食防止		45km	4,426	
	傾斜農地の棚畑 化		3.18km <sup>2</sup>	7,314	
総計				31,728	

表H.52 便益のまとめ

種別	対策		効果項目	効果量 (千元)	便益原単位	便益額(千元/年)
	種別	対策名				
生物的対策	草地・半荒地の 造林		表面侵食抑制効果	10.98x2,700=29,646m <sup>3</sup>	9元/m <sup>3</sup> /年	266.8
			新規崩壊抑制効果	10.98x1,600=17,568m <sup>3</sup>	9元/m <sup>3</sup> /年	158.1
			温暖化ガス吸収効果	10.98km <sup>2</sup>	74.3千元/km <sup>2</sup> /年	815.8
			保水効果	10.98km <sup>2</sup>	33.3千元/km <sup>2</sup> /年	365.6
			経済林生産効果	0.69km <sup>2</sup>	750千元/km <sup>2</sup> /年	517.5
		小計				2,123.8
	崩壊地の造林プ ラス山腹工		表面侵食抑制効果	1,028x10,000=10,280m <sup>3</sup>	9元/m <sup>3</sup> /年	92.52
			新規崩壊抑制効果	1,028x55.00=56,540m <sup>3</sup>	9元/m <sup>3</sup> /年	508.86
			温暖化ガス吸収効果	1,028km <sup>2</sup>	74.3千元/km <sup>2</sup> /年	76.38
			保水効果	1,028km <sup>2</sup>	33.3千元/km <sup>2</sup> /年	34.23
		小計	0	0	712.0	
構造物対策	ガリー侵食防止	表面侵食抑制効果	45kmx400m <sup>3</sup> /km=18,000m <sup>3</sup>	9元/m <sup>3</sup> /年	162	
	傾斜農地の棚畑 化	生産土砂の抑制効果	3.18km <sup>2</sup> x 4,000m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> =12,720m <sup>3</sup>	9元/m <sup>3</sup> /年	114.5	
		農地改良効果	3.18 km <sup>2</sup>	150 (千元/km <sup>2</sup> /年)	477	
		小計			753.5	
総計					3,589.3	