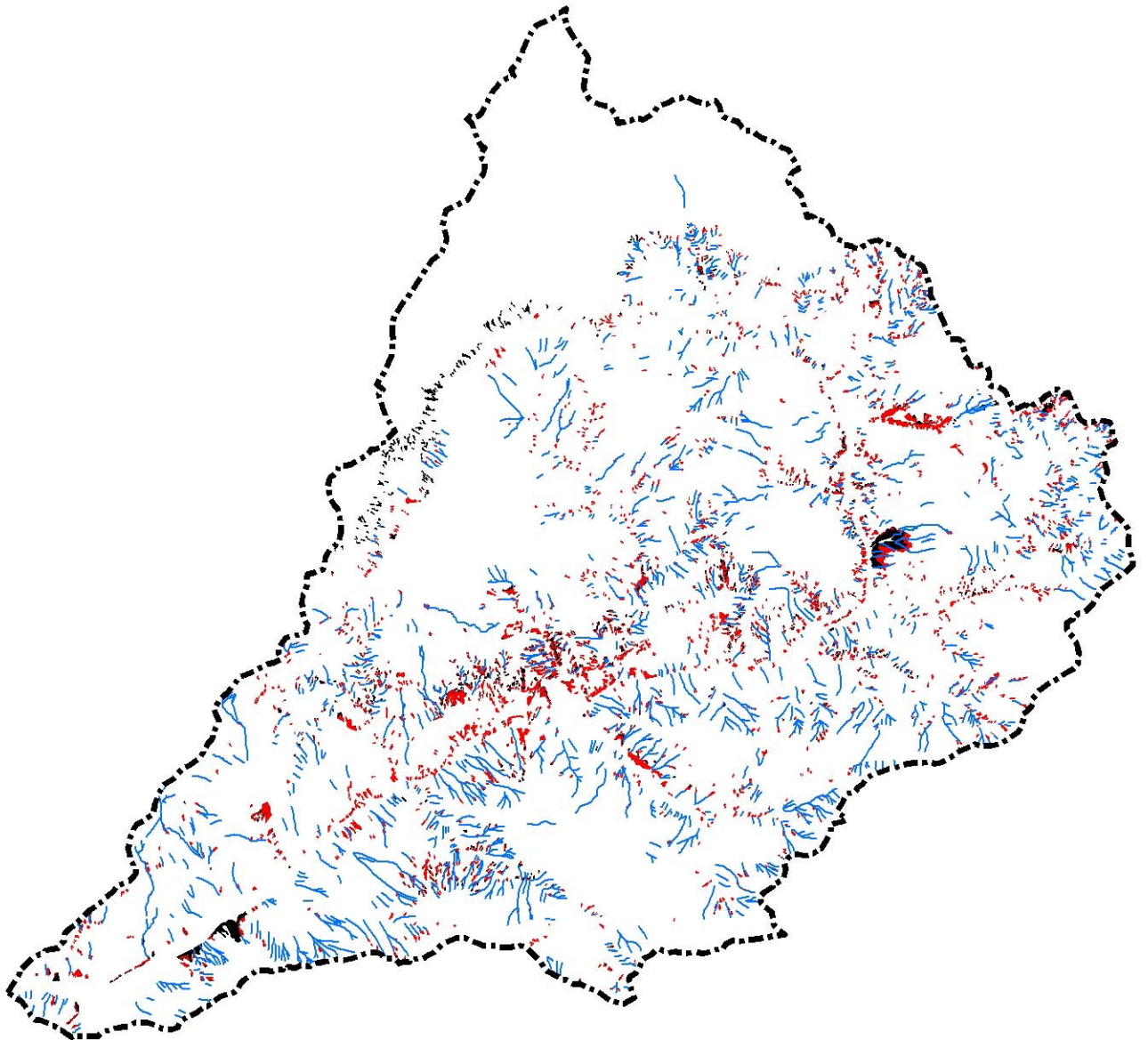


凡例

- 流域界
- ガリ
- 崩壊地(45度以下)
- 崩壊地



0 1 2 4 km

中華人民共和国
雲南省小江流域総合土砂災害対策及び
自然環境修復計画調査

独立行政法人 国際協力機構

図 H. 32

桃家小河流域崩壊地及びガリー位置図

凡例

流域界

標高

1500m

2400m

3000m

植林対象区域

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

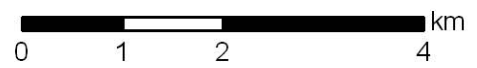
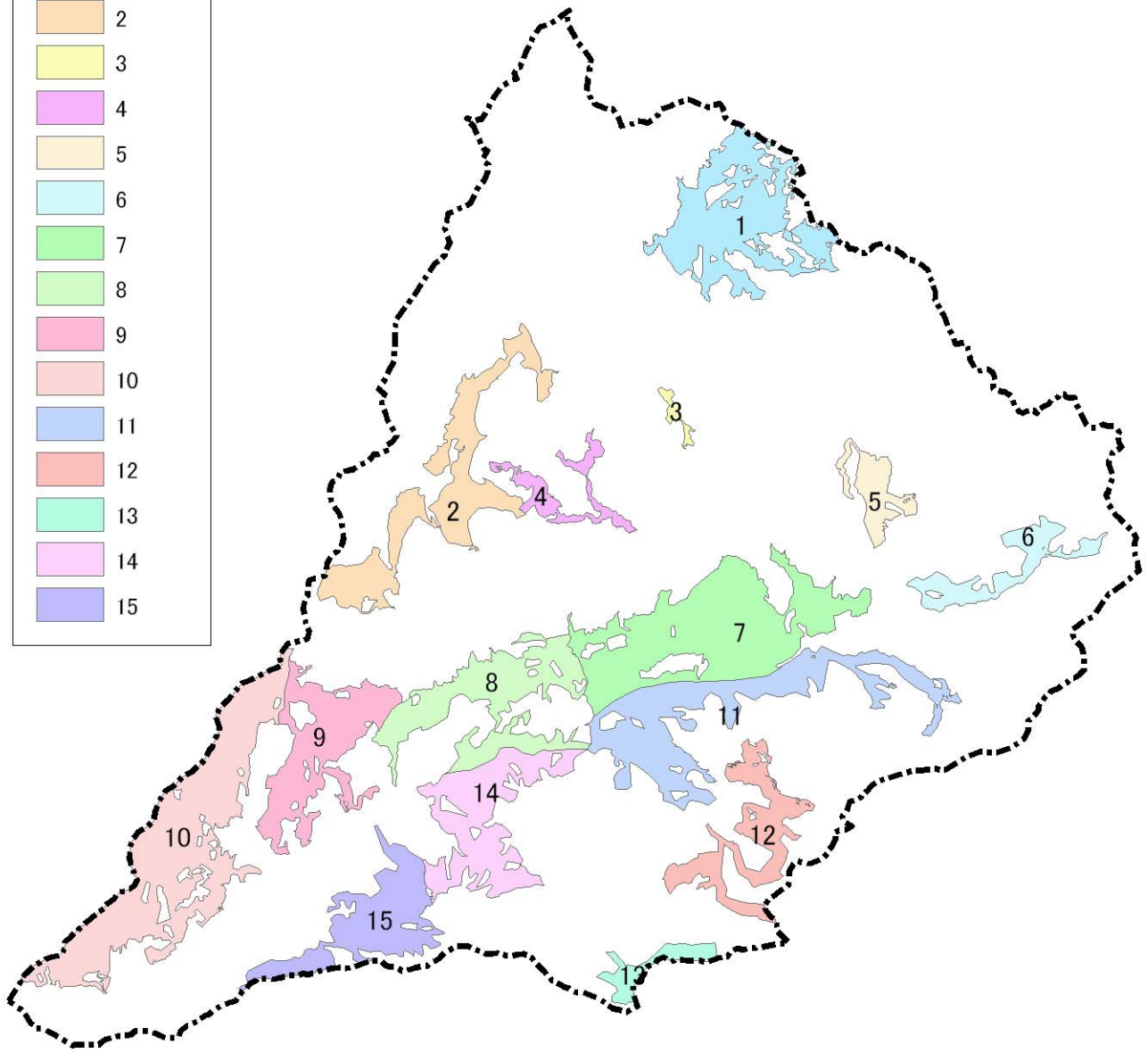
11

12

13

14

15

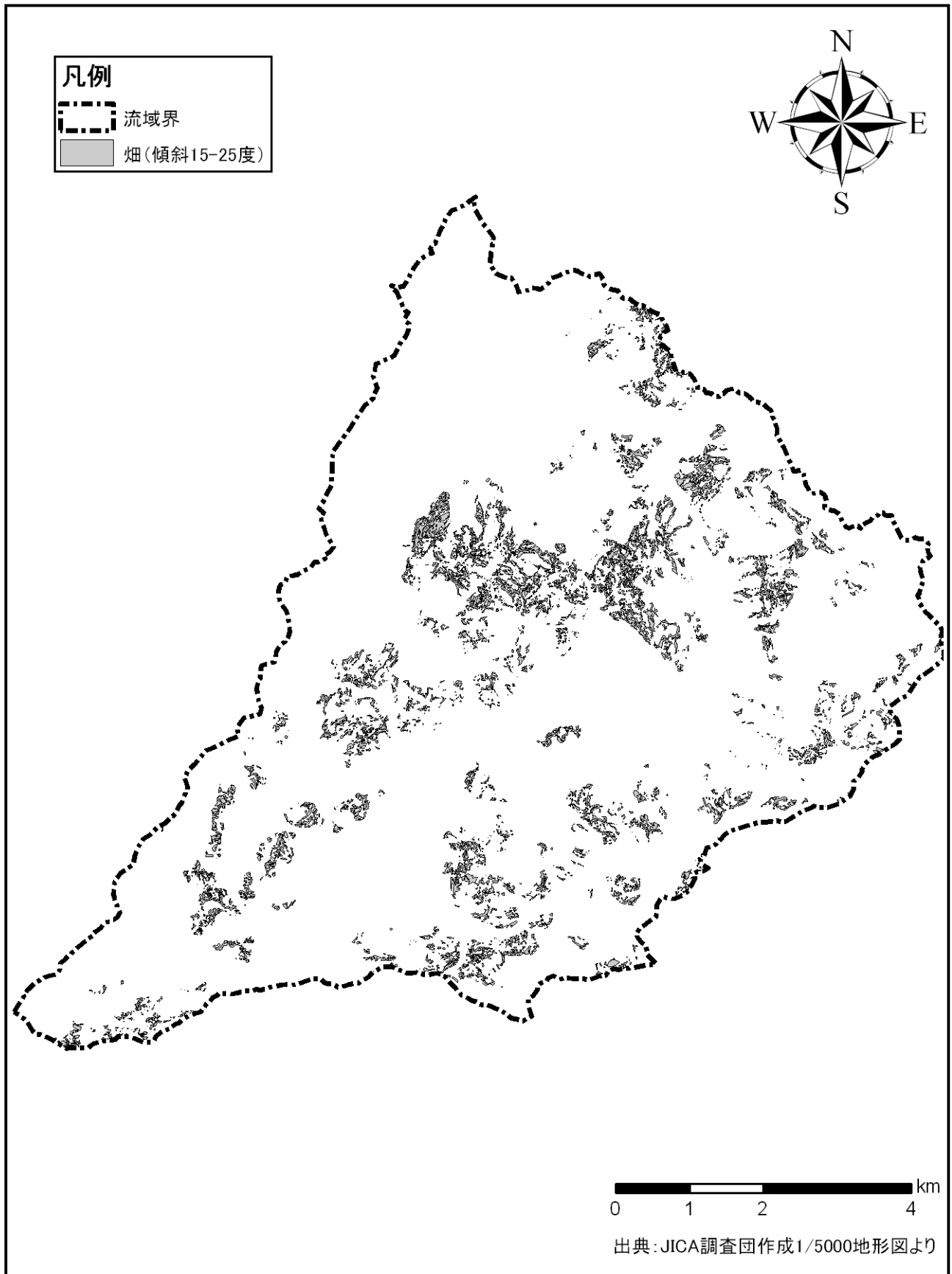


中華人民共和國
雲南省小江流域総合土砂災害対策及び
自然環境修復計画調査

図 H.33

桃家小河流域造林対象地域ブロック分け図

独立行政法人 国際協力機構



凡例
 流域界
 畑(傾斜15-25度)



0 1 2 4 km

出典: JICA調査団作成1/5000地形図より

中華人民共和国
 雲南省小江流域総合土砂災害対策及び
 自然環境修復計画調査

図 H.34
 桃家小河流域棚畑(田)化対象地域位置図

独立行政法人 国際協力機構

分野 I

非施設対策

付属報告書
分野 I 非施設対策

目次

	頁
1. 非施設対策の現状	I-1
1.1 災害警戒体制	I-1
1.1.1 気象局による天気・降雨予測.....	I-1
1.1.2 土砂災害群測群防体制	I-2
1.1.3 水防体制	I-3
1.1.4 災害警戒体制の課題.....	I-3
1.2 住民移転.....	I-4
1.2.1 移転事業体制.....	I-4
1.2.2 移転事業実績.....	I-4
1.2.3 移転事業の課題	I-6
1.3 流域・河道管理	I-6
1.3.1 水土保持管理.....	I-6
1.3.2 河道管理	I-7
1.3.3 森林保護管理.....	I-7
1.3.4 流域・河道管理の課題	I-8
1.4 土石流観測・研究	I-8
2. 基本計画の非施設対策	I-9
2.1 小江工程管理局(仮称)の設立	I-9
2.2 局地レーダ雨量計を利用した予警報システム	I-10
2.2.1 予警報システムの改善・現代化の必要性.....	I-10
2.2.2 局地レーダ雨量計	I-10
2.2.3 東川市街地土石流予警報システム.....	I-11
2.2.4 局地レーダ雨量計を利用した予警報システム	I-12
2.2.5 予警報システムの段階的整備	I-13
2.3 副産物利用案	I-13
2.4 住民参加の必要性.....	I-13
3. 非施設対策フィージビリティ調査のための基礎調査	I-14
3.1 小組に関するアンケート調査.....	I-14
3.1.1 社会経済	I-14
3.1.2 防災関連	I-15
3.1.3 ワークショップの実施.....	I-16
3.2 防災関連ワークショップ	I-16
3.2.1 実施方法	I-17

3.2.2	ワークショップからの知見	I-18
3.3	銅都鎮岩脚村梁子上での群測群防のための簡易観測計器の設置	I-18
3.3.1	銅都鎮岩脚村梁子上	I-19
3.3.2	観測計器	I-19
3.3.3	住民説明会の実施	I-21
4.	緊急プロジェクトの非施設対策	I-22
4.1	ハザードマップの作成・活用	I-22
4.1.1	中国でのハザードマップ作成・公開の現状	I-22
4.1.2	調査団によるハザードマップの作成	I-23
4.1.3	住民自身によるハザードマップの作成	I-23
4.1.4	ハザードマップの作成・活用の基本方針	I-24
4.2	群測群防(警戒避難体制)の強化	I-25
4.2.1	群測群防システム	I-25
4.2.2	群測群防の現状の問題点	I-26
4.2.3	群測群防の効果と限界	I-27
4.2.4	群測群防の強化のための基本方針	I-28
4.2.5	群測群防強化支援費用の概算	I-30

巻末付表

巻末付図

巻末資料

表一覧

表R I.1	小江流域内の移転実績(2001～2003).....	I-5
表R I.2	水土保持管理活動.....	I-7
表R I.3	基本計画実施組織の概要.....	I-10
表R I.4	局所レーダ雨量計と大型レーダの比較.....	I-11
表R I.5	アンケート調査対象村民委員会・小組数.....	I-14
表R I.6	アンケート調査結果のまとめ(社会経済).....	I-15
表R I.7	アンケート調査結果のまとめ(防災関連).....	I-16
表R I.8	防災関連ワークショップの実施概要.....	I-17
表R I.9	防災関連ワークショップの実施概要.....	I-18
表R I.10	観測計器一覧.....	I-19
表R I.11	ハザードマップ作成の効果.....	I-22
表R I.12	2種類のハザードマップの利用方法.....	I-25
表R I.13	優先小流域別土砂災害重点地区数.....	I-26
表R I.14	群測群防に関わる問題点と改善策案.....	I-26
表R I.15	優先小流域別の群測群防強化対象候補地区.....	I-28
表R I.16	監視員の責務案.....	I-29
表R I.17	群測群防活動の初期費用(1地区当り).....	I-29
表R I.18	群測群防活動の年間運用維持管理費用(1地区当り).....	I-29
表R I.19	群測群防支援強化費用.....	I-30

図一覧

図 R I.1	土砂災害群測群防体制および水防体制における情報伝達網.....	I-1
図 R I.2	小江流域土砂災害予警報システムでのデータ・情報の流れ.....	I-12
図 R I.3	中国でのハザードマップの事例.....	I-22
図 R I.4	住民作成のハザードマップの例.....	I-24

巻末付表一覧

表 I.1	会澤県小江流域土砂災害危険箇所.....	T-I-1
-------	----------------------	-------

巻末付図一覧

図 I.1	局地レーダ雨量計のカバーエリア	F-I-1
図 I.2	小江流域予警報システムの観測網.....	F-I-2
図 I.3	ワークショップ開催場所と参加集落の位置図.....	F-I-3
図 I.4	梁子上地区地すべり観測計器設置場所	F-I-4
図 I.5	地すべり観測計器概念図	F-I-5

巻末資料

防災関連ワークショップの整理表

略語集

用語

GSM : 世界移動電話規格 Global System for Mobile

VHF : Very High Frequency

単位

畝 : 1 畝 = 667m²

I. 非施設対策

1. 非施設対策の現状

小江流域で実施されている主な非施設対策として、災害警戒体制整備、住民移転、流域・河道管理を取り上げる。また、蒋家沟には土石流に関する観測・研究が長年にわたって行われ、その研究成果は土石流対策に大いに役立っているところでもあり、この観測・研究についても概説する。

1.1 災害警戒体制

小江流域の災害警戒体制には、地すべりや土石流災害を主な対象とした群測群防と呼ばれる監視活動と洪水を対象とした水防活動の2系統ある。群測群防の土砂災害監視体制には国土資源局地質環境科が、洪水水防活動には水務局に置かれる水防指揮部弁公室が中心的役割を果たしている。ここではまず、土砂災害および洪水災害に対する早期警戒体制構築に欠かせない気象局による降雨予測の現状について述べ、つぎに2系統の警戒体制それぞれについて説明する。

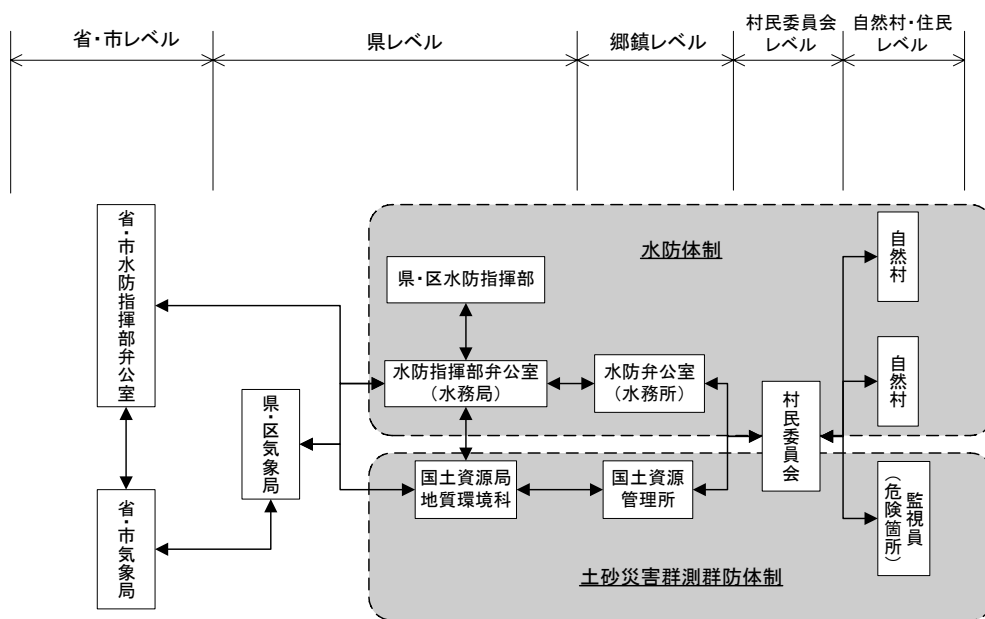


図 R I. 1 土砂災害群測群防体制および水防体制における情報伝達網

1.1.1 気象局による天気・降雨予測

各区県庁所在地には気象局があり、降雨、気温、気圧等の気象観測を行い、管轄内の天気情報をテレビや関係機関に提供している。24 時間以内に大雨 (25~50mm) もしくは暴雨 (50mm 以上) の降雨が予想される場合は水防指揮部弁公室や国土資源局に通報することになっている。

天気、降雨の予測には、衛星画像 (風雲 2 号)、レーダ画像、気象局敷地内の観測データおよび上位機関である国家、省および市の気象局からの情報を用いている。云南省には計 6 基のドップラーレーダがあり、昆明市の东川区気象局と寻甸県気象局は昆明市気象局のレーダ情報を、曲靖市会泽県気象局は曲靖市気象局のレーダ情報を、インターネ

ットを通じて入手している。どちらのレーダも小江流域全体をカバーしている。現在、云南省気象局間で光ファイバー回線を敷設中で、来年6月には開通予定であり、これにより他地域のレーダ情報も含め、高速かつ大量に気象情報が入手できることになる。

レーダの導入により大幅に降雨予測の精度は上がったものの、まだ満足できる精度はない。東川区気象局の話では、大雨（25～50mm）以上の降雨予測の精度は20%程度に過ぎないようである。東川区気象局は、精度向上のための方策として、

- 衛星・レーダ画像解析の向上
- 上級気象局（国家、省、市）からの情報の増加
- 気象テレメータ観測所の導入

を上げている。

1.1.2 土砂災害群測群防体制

2002年の行政改革により土地管理局と鉱産資源局が合併されて国土資源局となり、その内部に地質環境科が設立され、地すべり・土石流などの地質災害対策を発展計画局から引き継いで専任的に当たることになった。また2004年には地質災害防止条例が施行され、法的根拠も整備された。

小江流域で行われている地質災害対策の中心は、群測群防とよばれる土砂災害危険箇所の監視体制である。これはあらかじめ、地すべり・土石流の危険箇所を抽出しておき、雨季（5月1日～10月31日）には24時間体制で、村民委員会から任命した監視員1,2名を各危険箇所に配置し、災害の予兆を監視させるというものである。

一度異常が確認されれば、図R.I.1に示すように、村民委員会、各郷鎮の国土資源管理所もしくは国土資源局地質環境科に通報され、避難が必要と判断されれば、監視員の誘導の下、住民は避難することになる。情報伝達は基本的に電話（固定および携帯）が使われ、電話が通じない危険箇所の場合、歩いて村民委員会に出向くようである。大雨などの気象情報は逆のルートで危険箇所に伝達される。

危険箇所の抽出は各区県毎、郷鎮政府の情報を下に、昆明市環境監測総站や東川区泥石流防治研究所などの支援を受けて行われているようである。例えば、会澤県では、表I.1に示すように、小江流域内で計88箇所（その内、地すべり67箇所、土石流7箇所を含む）が抽出されている。これらの危険地域に関する情報については、民政局、貧困対策事務所、発展計画局にも提出され、移転事業、貧困対策事業のために参考されている。

監視員の責務は、危険箇所の監視の他に、災害時の避難誘導および日常活動としての宣伝活動である。このシステムの成否の鍵を握る監視員の質を確保するために、毎年、雨季前に、国土資源局は監視員の訓練を昆明市環境監測総站や東川区泥石流防治研究所などに委託して実施しているようである。監視員は基本的に危険箇所に住む、小組長や村民委員会役員にある者から選定されるが、この業務目的のための手当ては特に与えられていないようである。それでも自分たちの命は自分で守るという意識から士気は高い、との各区県の国土資源局の話であるが、実際にどの程度確実に実行されているか裏付けるデータはない。

このような土砂災害群測群防体制は90年代後半から始まったばかりで、その有効性を評価するには運用期間が短過ぎるが、地すべりの兆候発見により災害を防ぐことができた2,3の例が報告されている。一方で、土石流の兆候発見は難しいようである。

1.1.3 水防体制

雨季(5月1日～10月31日)には区县政府内に副県長を指揮長とする関係機関(水務、国土資源、農業、林業、公安、民政、発展計画、交通局)の代表が集まる水防指揮部が置かれる。また同時にその弁公室が水務局内に設置され、24時間の当直体制を敷いて、図R I.1に示すように災害に関する情報を関係機関より入手し、対応を関係機関に指示する。実際の水防活動には民兵の応急対策チームが動員される。

情報の伝達には基本的に電話(固定および携帯)が使われている。近年、携帯電話のカバーエリアが急速に拡がり、水防にも積極的に活用されている。また、各県の林業局は各郷鎮の林業工作站や林場等を繋ぐVHF無線電話のネットワークを所有しており、電話のバックアップとして利用可能である。

災害予防のためには、天気、雨量、水位などの気象・水文情報の入手が極めて重要である。会澤県では2004年に各郷鎮政府および各ダムに雨量計を設置し、洪水時には電話により雨量情報を取得するようになったが、東川区と尋甸県には雨量計はなく、気象局からの天気・降雨情報および郷鎮政府を通じての現場情報に限られているのが現状である。

1.1.4 災害警戒体制の課題

1) 観測システムの不足

災害警戒体制において最も重要なことはいち早く、災害の予兆を察知し、関係機関、住民に警戒・避難を呼びかけることである。とくに、ゲリラ的・突発的に発生する土砂災害においては早期の予兆発見が成功の可否を握っている。

しかしその予知・予測を気象局のシステムに大きく頼った現システムは観測施設に乏しく、精度上、また迅速性という面からも満足できるレベルからはほど遠いところにあり、土石流、地すべりのような局所的・突発的な災害にはうまく対応できていないものと想像される。とくに災害の最大要因である降雨を正しく、迅速に観測するためのシステムの質・量における改善が急務である。

2) 群測群防の限界

一方で群測群防体制は観測・通信機器の不足を補う云わば人海戦術によるシステムである。このシステムは比較的挙動のゆっくりとした地すべりには、システムが適切に運用されるならば、十分有効ではないかと思われ、関係者からも、事前に地すべりの予兆を発見し、大事に至らなかった事例を幾つか聞いている。また、地域住民の防災意識の向上にも大いに寄与している。しかし遠く離れた上流部で発生する土石流にはあまり有効ではないと思われ、実際の監視も地すべりに主眼がおかれているようである。

システムの適切な運用を担保するためには、監視員の技術とモラルが肝要であり、そのための適切な報酬、機器、訓練を確保する必要がある。現状では小組長や村民委員会役員が無償で務めるとなっており、観測機器(雨量計や地割れ幅の観測用目盛り板等)の設置や訓練の充実のほかに監視員に責任に見合った報酬を与えることも必要である。その一方で、いくら技術やモラルが高くとも、災害は忘れた頃突然にやってくることで、C.水理・水文で述べているように小江流域の雨は深夜から早朝にかけて多いことなど不利な条件も多い。

以上の群測群防の限界をカバーするためには、別途ハイテク機器を利用した土砂災害予警報システムの構築が望まれる。

3) 商業通信の輻輳

緊急時の情報伝達にも、固定電話の他に近年携帯電話（GMS や PAS）が大いに使われるようになってきた。携帯電話網は年々拡充し、小江流域の大多数の自然村までカバーされるようになってきたことから、今後ますますその利便性は増すものと思われる。

しかし固定電話や携帯電話には回線数の制約などから、このような商業通信回線は災害時には輻輳し、通信不能に陥る可能性がある。幸いにして過去にこのような輻輳は発生していないようではあるが、情報伝達をより確実なものとするために重要な機関間の通信については、防災通信として優先されるような処置を通信会社から得ることや専用回線化を図ることが必要と思われる。

1.2 住民移転

小江流域の山腹には数多くの住民が、地すべり・土石流等の災害の脅威を受けながら、生産性の乏しい土地を開墾して生活している。中国政府は、住民移転を土砂災害対策の大きな柱の一つと位置づけ、積極的に移転事業を推進している。さらに住民の自発的な移転も小規模ながら行われているようである。以下では政府による移転事業について説明する。

1.2.1 移転事業体制

各区県の民政局、発展計画局、貧困対策事務所がそれぞれ移転事業を実施している。発展計画局および貧困対策事務所の移転は貧困対策を含めた生活環境の改善を、民政局は防災を主目的としているようである。

移転対象の選定は郷鎮政府や国土資源局からの情報等に基づいて行われる。移転先については、以前は遠い云南省南西部の徳宏州や思茅地区へのサトウキビ栽培農家として移転した例があったが、近年は同じ郷鎮、村民委員会内での移転がほとんどである。移転に際して政府補助があり、家屋建設、道路整備、水道整備などに当てられるが、その額は一世帯当たり 3,000～5,000 元、もしくは 1 人当たり 2,400～5,000 元と区県または実施機関によって大きく異なる

1.2.2 移転事業実績

小江流域内での 2001～2003 年の 3 ヶ年での移転事業実績は以下に示すように、約 2,900 世帯（約 11,000 人）で、年平均に直せば、毎年約 1,000 世帯（約 4,000 人）ものペースで進められていることになる。各区県の移転実績を比べてみると、比較的財政が豊かで政府補助の大きい会澤県での移転実績のペースが、小江流域に占める面積割合を考慮すると、高いようである。

表 R I. 1 小江流域内の移転実績(2001～2003)

区県	东川区			会泽県	寻甸県			総計
	民生局	発展計画局	小計	貧困対策事務所、発展計画局	民政局	貧困対策事務所	小計	
世帯数	958	388	1,346	942	約 500	115	約 600	約 2,900
人数	約 3,500	1,452	約 5,000	3,603	約 2,000	432	約 2,500	約 11,000
政府補助	3,000 元/世帯	不明	-	5,000 元/人	5,000 元/世帯	2,400 元/人	-	-

1) 东川区

东川区では、1997 年から貧困対策事務所が因民郷と舍块郷（ともに小江流域外）の計 560 世帯（2,275）を徳宏州へサトウキビ栽培農家として移転させたことから移転事業が始まった。

2001 年 7 月 9 日の因民郷（小江流域外の金沙江流域）での地すべり災害後には、民生局が东川区泥石流研究所の支援を得て、全区を対象に危険区域の抽出調査を行った。その結果、移転の緊急度別に、『特急』865 世帯（3,300 人）、『急』578 世帯（2,106 人）、『緩』338 世帯（1,188 人）について計 1,781 世帯（6,594 人）を移転が必要であると認定し、その結果に基づいて、精力的に移転を進めている。ただし、政府補助は 3 区県で最低の 1 世帯当り 3,000 元に過ぎず、毎年予算確保に苦心しているのが現状である。

东川区では発展計画局も 2001 年から移転事業を実施しており、2003 年までに小江流域内で 388 世帯、1,452 人の移転を実施している。発展計画局の話では移転が必要な人々は东川区内で 36,000 人にも上るそうである。

2) 会泽県

小江流域内には、2,115 世帯（8,622 人の移転が必要とされているが、1998 年から事業を開始してこれまでに 1074 世帯（4,109 人）の移転を完了している。1998 年には云南省南部の思茅地区へ移転した例もあるが、近年は同じ村民委員会内の最寄りの自然村で住宅建設用地を確保し、給水・給電・道路などのインフラを整備して移転させる方法が取られている。従って移転後も元の耕地での農業生産が可能である。移転住民には一人当たり 5,000 元の補助がある。

会泽県政府はまだ移転していない 2,115 世帯（8,622 人）について、移転計画を作成中で、2010 年までには移転を完了する予定である。东川区では、1997 年から貧困対策事務所が因民郷と舍块郷（ともに小江流域外）の計 560 世帯（2,275）を徳宏州へサトウキビ栽培農家として移転させたことから移転事業が始まった。

3) 寻甸県

寻甸県での住民移転は 80 年代後半、金源郷沙湾大沟の土石流源流部の地すべり地帯の住民 36 世帯（170 人）を城关郷および金所郷へ移転させたことから始まった。

1998～2002 の 5 ヶ年で 44 の自然村の 6,000 人を移転させる計画であったが、資金不足のため 4,410 人の移転に留まった。政府補助も 1 人当り 3,000 元の計画が、2,400 元しかなかった。民政局によると、それでも移転の実施によって住民の生産・生活状況は、平均収入が 204 元から 610 元に上がるなど、確実に改善されているよ

うである。しかし一方で、依然として 150 集落の約 2 万人が土砂災害の脅威下にあり、まだまだ道は遠い。

1.2.3 移転事業の課題

移転事業の大きな課題として以下の 2 点が上げられる。

1) 移転地確保の困難

現地政府の推計によると、今後も数万人の移転が必要とのことであるが、それだけの人々を移転させる移転地が今後も確保できるかが、大きな課題となってきた。かつては遠隔地に移住させる施策が取られていたこともあったが、近年は住民の生活手段である農地の確保が難しくなってきたことから、所有している農地を移転後も使えるように、同一の郷内、さらに同一の村民委員会内での移転がほとんどである。しかし、農地のみならず、宅地にできるような安全な土地が今後数万人分も近隣地域に確保できるか大いに疑問である。

地域の詳細な調査によって精度の高いハザードマップを作成して危険度の判定を行い、より安全な移転先の選定を行うとともに移転者の優先順位を定めるのに用いるべきである。さらに、災害対策施設の整備をして災害の危険を取り除くことや、災害予警報システムの整備、群即群防の強化など危険と共存していくことも模索していくべきである。

2) 移転条件に対する不満

分野 J 環境/社会配慮の社会調査結果によると、移転事業に対する移転住民の反応は総じて、「危険であるので仕方がない」というように消極的ではあるが肯定的である。しかし、「移転地が農地から遠くなった」、「移転に費用がかさみ財産が減った」、「政府補助金で建設された家屋が良くない」などの不満も上がっている。また、現時点では表面化していないが、区県によって政府補助金額が異なるのも今後問題化する恐れがある。

1.3 流域・河道管理

銅精錬、農民の開墾や薪採取のための森林伐採、過放牧、道路建設などの人間の行為が小江流域を荒廃させてきたことは周知の事実となっている。中国政府は近年、水土保持法、森林法およびそれらの実施条例などを公布し、構造物対策や植林を積極的に進める一方で、これ以上流域を荒廃させないように流域管理を強化している。以下では、流域管理として、水土保持管理、森林保護、および河道管理を取り上げ、その概要を述べる。

1.3.1 水土保持管理

各区県には、県政府のほか水務局、林業局、国土資源局、農業局などの代表からなる水土保持委員会が設置され、実務は水務局に置かれた水土保持弁公室が行っている。その主な活動は、以下のとおりであるが、監督・監視などの現場業務には各郷鎮に置かれた水務所が主体となっている。また水土保持法の執行については水政監察大隊が担当する。

表 R I. 2 水土保持管理活動

主な活動	概要
水土保持事業の実施	構造物対策、造林の計画作成・実施。
建設事業の審査	区県レベルの建設事業に関して、専門家から成る審査会を組織し、事業者から提出される水土保持計画の審査・承認を行う（県レベル以上の事業については国家、省、市の水土保持弁公室が対応する）。事業者が水土保持対策を計画・実施できない場合は、弁公室が費用を徴収して対策を実施する。
監督・監視	建設事業や採石、採砂、採鉱活動を、水土流失を招かないように監督・監視する。また、5 年間に一度、現地踏査またはリモートセンシングによる水土流失状況に関する調査を行う。
宣伝活動	7 月を水土保持の月に決め、テレビ、看板、ポスターなどで水土保持の重要性を訴えている。

各水務局の話では、近年の管理業務の強化や水土保持に関する住民意識の高まりによって、深刻な影響を与える悪質な建設作業、採石、採砂、採鉱活動はほとんど姿を消したとのことである。しかし一方で小規模な個人的な活動の取り締まりは難しいようである。

1.3.2 河道管理

小江は長江の第 1 級支川に分類され、その支川ともに原則的には各水務局がその管轄内の管理を行うことになっている。二つ以上の行政区に渡る場合は、その共通の上級機関が管理責任を負うことになる。例えば、东川区と寻甸県に係わる事項には、その共通の上級機関である昆明市水務局が当たることになり、一方、昆明市东川区と曲靖市会泽県に係わる事項には、さらに上級の云南省水利庁が当たることになる。

水務局の河道管理は水防弁公室が水政監察大隊と共同して実施している。具体的な管理活動としては、河道管理条例に則り、河道内での道路建設、活動（採砂、採石、建築など）の承認、河道内障害物の撤去指示、堤防の管理などである。水土保持管理と同じく、県レベル以上の事業の承認業務は、事業のレベルに応じて長江水利委員会、省水利庁、もしくは市水務局の水防弁公室が担当している。

各水務局の話では、河道管理は問題なく、うまく機能しているとのことである。その一方で、水土保持管理と同様に、小規模な個人的な活動の取り締まりが難しいようである。

1.3.3 森林保護管理

森林保護管理は林業局の責務である。県の林業局内部では一般的に、森林保護管理を林政科が担当し、犯罪に絡む事項には森林公安分局が担当する。現場では、各郷鎮に置かれた林業工作站、さらに林業工作站を通じて委託を受けた森林保護員が封山育林地域での盗伐や放牧に対する見張り役を務めている。小江流域には 1,000 名を超える森林工作員がおり、担当地域（一人当たり 1,000～1,500 畝）の難易に応じて月平均 60～250 元程の報酬を受けている。

林業局の話では、以上のような管理体制が整備されてきたことのほかに、森林保護に対する住民意識が向上してきていることや違法行為には重い刑罰が科せられることなどに理由から、盗伐や放牧は少なくなっているようである。しかし、ワークショップの結果によれば、生活苦のための薪取りや放牧による森林破壊は依然として続いているようでもある。

1.3.4 流域・河道管理の課題

流域・河道管理の課題として以下の住民の協力・参加の重要性が上げられる。

1) 住民の協力・参加の重要性

近年の法整備などによって、水土保持管理、河道管理、森林管理の法的根拠が確立し、また運用もシステム化されてきている。それによって大規模な違法行為は影を潜めるなどそれなりの効果は上がってきているようである。しかし、一方で小規模な違法行為は依然として行われている。

今後さらに管理の実を上げるために取り締まりをより厳しくすることも考えられるが、小規模な違法行為をも含めて完全に取り締まるのは、多大な費用と人員を投入したとしても、非常に難しいと推定される。これらの多くは現地住民によって引き起こされているものであり、持続的な流域・河道保護のためには「住民が自ら護る」ような住民の協力が欠かせない。そのためには住民に対する教育、宣伝だけでなく、メタンガスの普及などの貧困対策支援が不可欠である。

1.4 土石流観測・研究

小江中流部右支川である蒋家沟流域には中国科学院水利部成都山地災害及環境研究所所属の东川泥石流観測研究站が建設され、1964年から長年に渡って土石流の観測・研究が行われている。1987年からは外国にも開放され、'90年代には日本の京都大学防災研究所と協同研究を行った実績がある。近年、観測活動は以前とくらべてかなり下火になっているようであるが、それでも雨季には観測員が観測站到りして観測を続けている。



観測站はビデオカメラ、雨量計、水位計、レーダ流速系、土石流サンプラー等を備え、平均年十数回発生する土石流の観測を続けている。観測站の上流500mには振動センサーが設置されており、センサーが土石流を感知すると、観測が開始されるシステムとなっている。

このような膨大な観測データに基づく研究成果は、小江流域だけにとどまらず、広く中国全土の土石流対策に活用されている。また蒋家沟の粘性泥石流は京都大学防災研究所との共同研究などを通じて、日本にも紹介されており、本調査においても多くの研究成果を引用している。

一方、东川区には水務局に属する东川泥石流研究所があり、水土保持に関わる対策の計画、設計、施工管理を実施している。同研究所は試験農場を持ち、土壤浸食の実験などを行った実績もある。

2. 基本計画の非施設対策

非施設対策には1) 関連法規に基づく水土保持、森林保護、河道管理の強化、2) ハザードマップによる危険区域の周知、移転、避難計画への利用、3) 予警報システムの現代化、群測群防の強化などが考えられる。しかし施設対策を含めてこれら非施設対策を実際に行っていくとなると、現状の水務局などの関連組織では組織体制、財務および人的資源上に大きな制約があり、実現は困難と思われる。そこでまず、施設対策・非施設対策を合わせた基本計画の実施組織として小江工程管理局（仮称）を設立し、それが中心となって非施設対策を進めていくことを提案する。この組織は土砂災害を緩和して自然環境を修復し、副産物利用を含めた小江流域の開発を目標とする。

一方、現状の災害警戒体制の問題点として、観測システムの不足、群測群防の限界が上げられた。そこで、解決案の1つとして、日本での土砂災害の予防に威力を発揮している局地レーダ雨量計や土石流予警報システムの導入を検討する。

さらに、貧困対策および地域開発の一環として、この基本計画の実施に伴い発生する副産物の利用についても検討する。そして土砂災害の被害者であり、この基本計画の最大の裨益者である住民のプロジェクトへの参加をどのように図るかについても検討する。

2.1 小江工程管理局（仮称）の設立

小江流域は3,058km²と広く、昆明市（東川区と尋甸県）と曲靖市（会澤県）にまたがるため、省レベルの広域的な管理が望ましい。また、この地域は土石流問題、環境修復問題、地域開発・貧困対策等の課題が多く、これらの問題を総合的に取り組む専属的な組織が必要である。

しかし、現状では云南省の中で小江流域の管理を担当する専門部署はない。また東川区には主に技術的な問題に取り組む東川土石流研究所があるものの、計画から管理まで、小江流域全般の管理を担当する組織はない。このように小江流域の土砂災害対策、環境修復を推進するために、新しい事業実施組織の確立は重要な課題となっている。

小江流域の広域性、多自治体に跨る特性から、云南省が事業実施の主体になって、事業の実施体制が省政府直轄（水利庁）の組織とすることが望ましい。また、流域内の自治体との円滑な調整を図るために、小江開発の組織は、区県と同レベルもしくはそれ以上のレベルの機関とすべきであり、組織の長は処長・県長もしくは副局長の格とすべきである。

また新しい組織は土砂災害対策だけではなく、流域に関わる問題を総合的に取り組む必要がある。組織の業務内容は、事業の計画、開発資金の調達、プロジェクトの運営、工事の実施及び扇状地の開発、完成後の運営・維持管理、水土保持管理や群測群防に関する人材育成、訓練の実施、研究・開発、関係機関との調整・連携など、多岐にわたる。新しい組織の形態として、中国で多くのダム事業で採用された開発総公司（例えば、三峡開発総公司）や工程管理局（例えば、魯布革工程管理局）のような組織（政府の事業を代行する、言わば官製の会社（日本の公団に似た組織））が考えられる、そのなかで対象事業の財務的採算性の確保は困難であることから、事業の管理、代行を主な目的とする「工程管理局」型の体制組織とする。組織の概要は以下のとおりである。

表 R I. 3 基本計画実施組織の概要

名称	小江工程管理局（仮称）
管轄	雲南省（水利庁）
行政格	処長・県長級もしくは副局長級
目的	土砂災害の軽減、自然環境の修復、地域開発（貧困対策）
役割	<ul style="list-style-type: none"> ● 土石流対策、環境修復、地域整備（貧困対策）の一体化推進、山・水・林・田・路の総合開発・一体化整備の実行 ● 事業計画から資金調達、工事の実施、完成後の管理まで事業の全過程の参与 ● 関係機関、関係自治体間の円滑な調整
業務内容	<ul style="list-style-type: none"> ● 開発資金・運用維持管理資金の調達管理、資金の返済 ● プロジェクトの計画・設計・工事管理 ● プロジェクト完成後の施設の管理、予警報システムの運用・管理 ● 扇状地の開発 ● 関係機関への技術指導・人材育成（水土保持管理、森林管理、群測群防） ● 扇状地の開発、副産物利用の企画、支援 ● 水土流失モニタリング、ハザードマップの作成・更新

2.2 局地レーダ雨量計を利用した予警報システム

2.2.1 予警報システムの改善・現代化の必要性

小江流域には無数の土石流危険溪流があり、また地すべり地の上に数多くの住民が暮らしており、これまで多大な土砂災害を被ってきた。土砂災害は局地的かつ短時間の豪雨によってゲリラ的に発生することが多く、このことが現象の把握や予測を困難にしている一因となっている。

一方、小江流域において現在予警報システムと呼べるものは群測群防を除けば、3 区県気象局による気象予報ぐらいしかないが、未だ満足できる精度にはない。また流域内には本調査で設置した雨量計を合わせて 10 数カ所程度の雨量観測所もあるが、それらは個別に観測しているだけでネットワークとしての繋がりはないなど、システムとしての体をなしていない状況にある。群測群防は住民の防災意識の向上や比較的ゆっくりした地すべり現象には有効ではあるが、突発的な土石流対策への対応が難しいなどの問題を抱えている。したがって、これらの問題点を克服するため、ハイテク技術の利用は当然検討されるべきである。

この基本計画では投資の多くを施設対策の充実に向けることになるが、無数の災害危険地域の全てをカバーできるわけでもなくまた整備にも長い年月を要することになる。さらに、施設整備を完了しても想定した規模以上の災害も当然起こりうり、それに対する備えも必要である。したがって施設対策を補完する予警報システムの重要性は明白であるが、上記のように現状はシステムとしての体をなしておらず、改善・現代化は不可欠かつ急務となっている。

2.2.2 局地レーダ雨量計

システムの改善・現代化にあたって、第一に考慮すべきは、土砂災害の局地性、突発性である。その災害の素因もしくは誘因である降雨をできるだけ正確に把握し、または予測することが、予警報システムの成功の可否を握っている。

一方、小江流域の豪雨は局所的なものが多く、例えば、4.1.2 降雨解析でのべたように 5km も離れていない東川区気象局新村測候所と東川泥石流研究所試験農場の雨量でも

降り方が異なっている。ところが一般の雨量計では、地域的に異なった降り方をする雨を流域全体に対して細部に渡り把握することは難しいどころか不可能である。

そこで、このような問題の解決方法として、日本で近年土石流などの土砂災害の監視用に整備が進められている局地レーダ雨量計の導入が考えられる。局地（小型）レーダ雨量計は既存の気象レーダなど大型レーダと基本的な原理は同様で、回転するアンテナから指向性を持ったパルス状の電波を発射し、雨滴にあたり散乱して返ってくる電波を再び同じアンテナで受信し、降雨の強度と分布を測定するものである。しかし局地レーダ雨量計は、下表で示すように、大型レーダよりも細密な観測が可能であることに大きな特徴がある。また自前のもとなるため、気象レーダのように既に加工された情報提供を受ける場合とは異なり、必要に応じて小流域または土石流危険渓流毎の面積雨量の算定、危険度判定、降雨予測など任意の加工処理が可能である。

表 R I.4 局所レーダ雨量計と大型レーダの比較

項目	局地（小型）レーダ雨量計	大型レーダ	
		レーダ雨量計	気象レーダ
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ● 狭域を高分解能で観測 ● 設備が簡易、設置が容易 	<ul style="list-style-type: none"> ● 広範囲観測 ● 大規模な設備が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ● 広範囲観測 ● 大規模な設備が必要
主な用途	<ul style="list-style-type: none"> ● 土砂災害監視 ● 小河川流域管理 ● 自治体レベルの水防情報 ● 地域毎の多様な用途 	<ul style="list-style-type: none"> ● 河川管理 ● ダム管理 ● 道路管理 	<ul style="list-style-type: none"> ● 気象予報
分解能	半径 15km 以内 250m 半径 30km 以内 500m 半径 60km 以内 1,000m	約 3km X 3km	約 5kmX 5km
データ配信周期	5 分毎（1 分毎も可）	15 分	1 時間
雨データの内容	雨量値 (0~250mm/hr)	雨量段階値 (10 段階)	雨量段階値 (8 段階)
データの加工	<ul style="list-style-type: none"> ● 流域平均面積雨量や地点雨量の算出 ● 降雨予測 ● 雨量の危険度判定 ● その他任意な加工が可能 	<ul style="list-style-type: none"> ● 提供される情報を受信 ● 加工不可 	<ul style="list-style-type: none"> ● 提供される情報を受信 ● 加工不可

図 I. 1 は東川区乌龙郷内で見つけたレーダサイト候補地（標高 2075m）からのカバーエリアを示したものである。東川市街地流域（深沟、石羊沟流域）はほぼ全域半径 15km 以内の分解能 250m 地域に入っており、また流域南端の寻甸県のごく一部の地域を除けば、小江流域のほぼ全域が半径 60km 以内の分解能 1,000m の地域に入っている。

2. 2. 3 東川市街地土石流予警報システム

東川区の政治・経済の中心である東川市街地は深沟、石羊沟などの土石流氾濫によって形成された扇状地上にあり、人口約 5 万人が住んでいる。過去に何度か土石流氾濫が発生し、特に 1964 年の深沟、石羊沟の土石流では計 15 名が死亡するなど大被害をもたらした。

その後、東川区は砂防えん堤や流路工を整備し、土石流被害は減ってきているようである。また 6. 1 の土石流に対する施設対策で述べたように、基本計画では深沟、石羊沟流域においてさらに計 17 基の砂防えん堤と流路工の改修を計画しており、これらが整備されれば同地区の土石流に対する安全度は将来的に大いに改善されることになる。

しかし土石流量の推定が難しいこと、また人口・資産が土石流氾濫域に集中することから、施設対策による対応に加えて、計画を上回る外力に対して非施設対策をも考える必要がある。そこで、東川区市街地を対象に、土石流センサーや警報施設などから成る土石流予警報システムの導入を図る。

2.2.4 局地レーダ雨量計を利用した予警報システム

局地レーダ雨量計を中心したハイテク技術を既存の群測群防や水防体制という人カシステムに融和させた小江流域土砂災害予警報システム案の概要を以下のように検討した。

予警報システムは、情報収集、情報処理、情報伝達の3つのサブシステムからなる。下図にデータ・情報の流れを示し、また図 I.2 に観測網を示す。

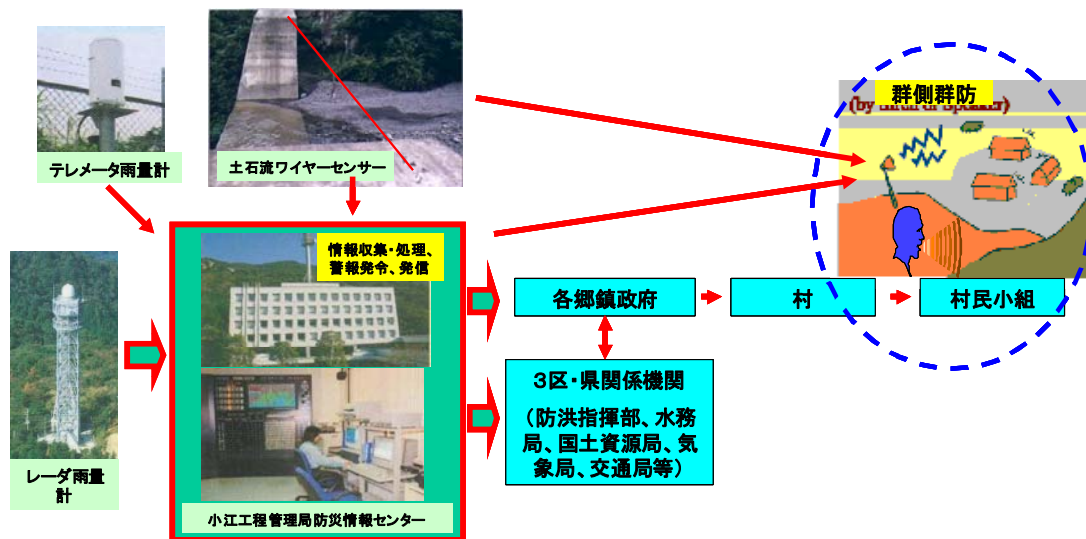


図 R I.2 小江流域土砂災害予警報システムでのデータ・情報の流れ

1) 情報収集サブシステム

まず情報収集サブシステムでは、局地レーダ雨量計によって小江流域全体の面積的な降雨を収集する。従来型の雨量テレメータも8箇所設置し（この内、3箇所は土石流予警報システムにも活用できるように東川市街地流域に設置する。）、局地レーダ雨量計情報と合わせることによって、レーダ雨量の精度向上を図る。さらに資産の集中する東川市街地流域（深沟、石羊沟流域）には土石流センサーを設置し、土石流発生の場合に備える。以上の情報はGSM、VHFもしくは多重無線によって新組織である小江工程管理局の防災情報センターに送られる。

2) 情報処理サブシステム

防災情報センターは主に収集された情報を加工処理し、面積雨量の算定、降雨予測、危険度判定などを行い、その情報をわかり易く図化して関連機関へ伝達する。

3) 情報伝達サブシステム

情報伝達サブシステムでは、基本的に従来の水防体制および群測群防体制を活用する。すなわち、高速インターネット通信または電話・ファックスを利用して防災情報センターから関連機関へ情報提供する。災害危険区域の村民小組レベルまでへの

連絡には、基本的に行政階層に基づいた図 R.I.2 に示した系統に準じて、電話などによって連絡することになる。しかし緊急を要する場合は防災センターから直接村民小組レベルへの伝達をも可とする。

土石流が発生した場合、大惨事が想定される东川市街地流域（深沟、石羊沟流域）では、サイレン施設を備えた警報局を設け、直接防災情報センターから警戒を呼びかける。

2.2.5 予警報システムの段階的整備

一方、雨量テレメータや土石流センサーについては中国国内でいくつか実績があるものの、局地レーダ雨量計は中国において全く新しい技術である（気象レーダについては云南省でも6箇所で開催されている）。したがって、整備にあたっては先に雨量テレメータ、土石流センサー、警報局等の従来型のシステムを先ず整備し、数年後ある程度システム全体の運用に慣れた後に、局地レーダ雨量計の導入を図ることとする。

2.3 副産物利用案

基本計画の実施により派出する利用可能な副産物としてまず第一に農地が上げられる。土石流対策により約16,000畝（1,070ha）の新規農地開発が見込まれ、優先流域でも豆腐沟、乌龙河、桃家小河から合計2,180畝（145ha）の開発が可能となる。

一方、堆積土砂の掘削から発生する砂利、造林により発生する樹木・葉、扇状地等農地開発から生産する農産品なども副産物として上げられる。これらの副産物を有効に利用することにより地域開発および貧困対策の一助とすることが本基本計画の課題の1つとなっている。

しかしこれらの副産物利用を実際に成功させ、軌道にのせるためには開発農地の管理や砂利や農産品の場合は市場調査やパイロット的な試行錯誤などが必要である。その役目を担うのが基本計画実施機関である小江工程管理局（仮称）である。

2.4 住民参加の必要性

造林、封山育林、傾斜農地の棚畑化などの事業が行われることになる山腹斜面は多くの住民の生活場となっている。また計画的転流を考慮した本川の治水対策、群測群防、ハザードマップ作り、住民移転、副産物利用については住民自身が主人公であるべき活動・事業である。したがって彼らを疎外したような計画作り、事業の推進では、成功はとてもおぼつかない。まして小江工程管理局（仮称）は大規模組織となり、ともすれば住民の疎外することにもなりかねない。したがって、住民参加を担保する仕組みを新組織に、または他の手だてを確保する必要がある。

3. 非施設対策フィージビリティ調査のための基礎調査

非構造物対策の具体的な検討に先立ち、優先小流域内の村民委員会に対するアンケート調査および防災に関するワークショップを実施し、社会経済基礎データ、被災経験、防災体制の現状、防災に対する住民の意識など、計画作りに必要な情報の収集に務めた。

3.1 小組に関するアンケート調査

フィージビリティ調査の一環として4優先小流域（豆腐沟、乌龙河、东川市街地（深沟、石羊沟）、桃家小河流域）の社会経済、防災、林業に関する情報を収集するため、現地郷鎮政府、村民委員会の協力を得、優先小流域内の村民委員会に対し、小組に関するアンケート調査を行った。

調査方法としては、郷鎮政府を通じて優先小流域内の村民委員会に所定のアンケート用紙を配布し、流域内の小組に関する対する質問に回答を記入してもらい、また郷鎮政府を通じて用紙を回収するという手続きを取った。調査期間は2005年6～7月の2ヶ月で、計40の村民委員会に対し、計268の小组に関する回答を得た。ただし、东川市街地流域については、市街地中心部の社区(人口にして約4.6万人)は対象に含まれていない。

表 R I. 5 アンケート調査対象村民委員会・小组数

優先小流域	豆腐沟			乌龙河			东川市街地 (深沟・石羊沟)			桃家小河			合計
区県	东川区			东川区			东川区			会泽	东川		-
郷鎮	播卡郷	拖布卡郷	計	乌龙郷	新田郷	計	碧谷鎮	新村鎮	計	驾车郷	阿旺郷	計	-
村民委員会数	3	2	5	11	6	17	4	9	13	4	1	5	40
小组数	13	6	19	71	36	107	27	67	94	38	9	47	267

注) 表中の郷鎮は2005年6月の統廃合前のもの。

質問内容は大きく、社会経済に係わる事項と防災に係わる事項に分けられる。このアンケート調査に合わせて、林業関係のアンケート調査も実施されている（林業関係のアンケート調査結果については「付属報告書 H 山腹緑化計画」にまとめられている。また各小组毎の回答の詳細は第5巻「データ集」にまとめてある。

以下に主要項目について要約する。

3.1.1 社会経済

社会経済に関わる主要項目についてアンケート調査結果を表 R. I. 6 にまとめた。また各小组毎の回答の詳細は第5巻「データ集」にまとめてある。

アンケート結果によると、調査の対象となった人口（东川市街地中心部の社区は含まれていない）の4優先流域合計の人口は約6万人(1.5万世帯)である。少数民族は全体の約8%で、回族、布依族、彝族が主要な少数民族となっている。

社会資本の中で電気はほぼ全小组に普及しているが、車道が通じていない小组は3割、給水設備の無い小组も2割ある。平均世帯年収は2,000～4,000円で、生計手段として9割が農業に、3割が牧畜に依存し、さらに日雇い、出稼ぎの順となっている。世帯あたりの平均農地面積は3畝以下である。携帯電話の普及は当地域にも及び、すでに3割近い世帯が携帯電話を所有している。テレビの普及率は60%を超えている。

また人口と同程度の家畜を飼育しており、中でも豚、山羊が主要な家畜となっている。煮炊き・暖房のエネルギー源としては依然として薪が第一位であるが、バイオマスも20%を占めている。

東川市街地流域は、市街地中心部の社区が含まれていないにも関わらず、高い人口密度、社会資本・家財の充実、薪への依存の小さいエネルギー面など、一般的な山地農村地域である他の流域と較べてより都市化の様相を示している。

表 R I. 6 アンケート調査結果のまとめ (社会経済)

項目	豆腐沟	乌龙河	東川市街地 (深沟、石羊沟)	桃家小河	合計	
流域面積 (km ²)	16.2	132.9	56.0	71.0	276.1	
調査対象小組数* ¹	19	107	94	47	267	
人口・民族	人口	3,505	24,550	23,757	6,977	58,789
	人口密度(人/km ²)	216	185	424	98	213
	世帯数	874	6,235	6,525	1,763	15,397
	1世帯あたりの人口(人/世帯)	4.0	3.9	3.6	4.0	3.8
	少数民族の割合(%)	1.4	6.6	10.9	5.7	7.9
	主な少数民族	布依(1.3%) 彝(0.1%)	回(5.9%) 彝(0.8%) 苗(0.05%) 白(0.02%) 哈尼(0.02%)	回(4.5%) 布依(2.9%) 彝(1.7%) 苗(0.83%) 蒙古(0.02%) 白(0.02%) 土家(0.004%)	彝(4.6%) 布依(1.0%) 回(0.04%)	回(4.5%) 布依(1.5%) 彝(1.3%) 苗(0.34%) 白(0.02%) 蒙古(0.008%) 哈尼(0.008%) 土家(0.002%)
社会資本整備率(%) ^{*2}	車道	66	59	91	49	69
	電気	100	100	99	98	99
	給水設備	72	68	98	70	79
家計、家屋、家財	平均年収(元/世帯)	2,300	3,800	2,700	3,300	3,200
	平均的家屋の建設費用(元)	19,400	7,500	18,400	9,000	13,000
	家財の価値(元)	9,200	6,600	12,200	3,100	8,700
	携帯電話(DMS、PAS)の世帯普及率(%)	25	14	44	16	28
	テレビの世帯普及率(%)	50	53	75	54	62
	農地面積(畝/世帯)	2.5	3.6	1.7	3.3	2.7
職業(生計手段)(%)	農業	96.8	88.9	83.6	99.2	88.3
	牧畜	0.3	28.6	19.0	85.6	29.5
	日雇い	8.9	15.2	11.5	17.5	13.5
	出稼ぎ	20.1	10.5	4.2	8.3	8.1
	その他		4.3	13.0	1.0	7.4
家畜の頭数	馬、ロバ、ラバ	165	395	369	1,076	2,005
	牛	535	4,456	1,273	2,381	8,645
	山羊	999	6,464	3,316	5,335	16,114
	豚	2,809	21,003	10,216	5,591	39,619
	羊	0	1	442	639	1,082
	薪	88	69	29	100	57
煮炊き用エネルギー利用率(%)	バイオマス	29	11	31	12	21
	石炭	26	11	80	18	42
	電気	36	12	54	15	32
	薪	57	53	8	91	39
暖房用エネルギー利用率(%)	バイオマス	17	3	38	9	19
	石炭	17	2	51	13	25
	電気	0	1	13	7	7

*¹: 東川市街地流域において、市街地中心(社区)は含まれていない。

*²: 整備率=(整備済み村数)/(対象村数)、給水設備では一部整備済みも整備済みとして計上。

3.1.2 防災関連

防災に関わる主要項目についてのアンケート調査結果を表 R I. 7 に示す。

過去30年間の被災を見ると、洪水氾濫が最も多く、268小組の内91小組(34%)が被災経験ありとしている。以下、地すべり76組(28%)、土石流51組(19%)、がけ崩れ20組(7%)の順となっている。

過去10年の対策としては、構造物対策が実施されたという小組が67、また4優先流域合計で造林33,600畝、退耕還林12,290畝、封山育林51,290畝、棚畑化3,160畝が実施されたようである。政府主導による住民移転は271世帯であるが、これに近い227世帯が自主的に移転している。

各小组の実際の群測群防活動に対する評価については、268小组の内106小组(40%)が「機能している」と肯定的なものとなっている。しかし、実際に政府が指導している群測群防は重点地域(優先小流域内で計30箇所)に過ぎないこと、また次節で述べる防災ワークショップで直接住民から受けた印象では、活動状況は低調のようであったことから、その評価は過大のように思える。

表 R I. 7 アンケート調査結果のまとめ(防災関連)

項目	豆腐沟	乌龙河	东川市街地 (深沟、石羊沟)	桃家小河	合計	
調査対象小组数	19	107	94	47	267	
過去30年間の災害種別 被災小组数	土石流	3	22	10	16	51
	地すべり	9	41	7	18	75
	洪水氾濫	1	51	28	11	91
	がけ崩れ	0	14	1	5	20
	その他	0	2	1	0	3
災害無し	3	1	8	14	26	
過去30年間の災害による死者数	2	6	8	0	16	
過去10年の災害・自然 環境修復対策	構造物対策(小组数)	2	29	30	6	67
	造林(畝)	5,780	18,250	5,580	3,880	33,490
	退耕還林(畝)	650	5,500	4,060	2,080	12,290
	封山育林(畝)	5,740	31,660	5,670	8,070	51,140
	農地の棚畑化(畝)	0	1,490	1,500	170	3,160
住民移転実績 (世帯数)	自主的な移転	7	163	54	3	227
	政府指導の移転	80	119	66	6	271
群測群防活動 (小组数)	機能している	8	64	11	22	105
	あまり機能していない	0	10	14	0	24
	ほとんど機能していない	8	8	2	3	21
	必要なし	0	0	1	12	13
	無回答	3	25	66	10	104

3.1.3 ワークショップの実施

上記アンケート調査結果の確認および追加情報の収集のため、さらには住民の抱える問題、要望を直接聞き取り、計画作りに反映させるため、2005年8月から10月にかけて防災および造林に関わる参加型ワークショップをそれぞれ10回優先小流域で実施した。

防災に関わるワークショップは副総括/砂防計画・流域管理担当が、造林に関わるワークショップは総括/総合土砂災害対策および山腹緑化計画担当がそれぞれ計画・実施・まとめを担当した。また東川泥石流研究所職員2名がローカルファシリテーター(内1名は2004年のワークショップでもファシリテーター役を務めた)として、参加者住民と直接対話しながらワークショップを進行させた。

3.2 防災関連ワークショップ

防災関連ワークショップは東川市街地流域で7回、乌龙河流域で2回、桃家小河流域(上流部の会泽県地区)で1回、計10回実施された。豆腐沟流域では2004年に基本計画作りの一環として2回ワークショップが実施されたことから、豆腐沟流域は今回の対象から除外した。東川市街地流域で7回も実施したのは、ハザードマップ作りのモデル地区として詳細な災害危険地情報を入手するためである。計10回のワークショップの概要を下表にまとめ、また開催地を図I.3に示す。

表 R I. 8 防災関連ワークショップの実施概要

開催日時	開催場所		参加者		備考
	流域	会場	住居地区	属性	
05年9月6日 11:30-16:00	东川市 街地	銅都鎮腊利村村民委員 会近くの脱穀場	腊利村箐門口地区5名、 徳莫地区25名、計30名	男24名、女1名 24名が農民	箐門口：地すべり重点 地区、徳莫：土石流重 点地区
05年9月7日 11:30-16:00	东川市 街地	銅都鎮集义村村民委員 会3F集会室	深沟村10名、集义村10 名、法它村11名、計31 名。	男23名、女8名 28名が農民	法它村：地すべり重点 地区
05年9月8日 11:30-16:00	东川市 街地	东川区銅都鎮石羊村村 民委員会2F会議室	石羊村21名	男11名、女10名 24名が農民	
05年9月13日 11:30-16:00	东川市 街地	銅都鎮中殿村村民委員 会中庭	糯谷田村祝国寺地区10 名、中殿村中殿地区11 名、大殿地区4名、活龙 地区6名の計31名	男31名、女0名 29名が農民	
05年9月14日 11:30-16:00	东川市 街地	东川区銅都鎮岩脚村梁子 上(7組)小組長宅中庭	東岩脚村梁子上(7組) 小組24名、村民委員会 書記1名	男14名、女6名 24名が農民	地すべり重点地区
05年9月15日 11:30-16:00	东川市 街地	东川区銅都鎮尼拉姑村 芦柴塘(6組)小組長 宅	尼拉姑村芦柴塘 移転者34名、残留者6 名	男24名、女16名 38名が農民	地すべり重点地区、 '97年に地すべり災害 で6名死亡。その後世 帯移転。
05年9月16日 11:30-16:00	东川市 街地	东川区銅都鎮奔多村奔 多地区の寺院の前庭	奔多地区19名、樟木箐 地区6名、元宝山地区1 名、龙潭地区6名、計 32名	男27名、女1名 28名が農民	
05年10月13日	桃家小 河	会泽县驾车乡 迤石村新田	新田10名、水节4名、 发科6名、驾车村小麦地 7名	男26名、女1名 全員が農民	发科は急傾斜崩壊、他 は地すべり重点地区
05年10月14日	乌龙河	东川区乌龙鎮 政府集会場	跑马村山尾巴6名、碑棋 村舒家山8名、大村子村 大村子5名、马店村马店 3名	男17名、女2名 全員が農民	山尾巴、大村子：土石 流重点地区、 舒家山、马店：地すべ り重点地区
05年10月15日	乌龙河	旧东川区新田乡 政府集会場	新田村李家坟5名、仓房村 打马坎5名	男9名、女1名 全員が農民	李家坟：土石流重点地 区、打马坎：地すべり 重点地区

3.2.1 実施方法

ワークショップはローカルファシリテーターの進行のもと以下の手順で行われた。

- 参加者が自己紹介（名前、小組名、年齢、性別、職業、被災経験）
- 地区毎に参加者が一種のハザードマップを描き、自分たちの災害状況を発表。
- 住民が感じている災害の脅威、群測群防の実態、移転に関わる択一問題に対して参加者が解答。
- 移転によるインパクト（良くなった点、悪くなった点）について移転住民が列挙。
- 群測群防に関する記述問題に対して、回答を列挙。
- 解散前に、ワークショップの感想を良い、普通、悪いの中から選択。

これらの詳しい結果については添付資料「防災関連ワークショップの整理表」を参照されたい。

3.2.2 ワークショップからの知見

これらのワークショップから得られた知見を以下にまとめる。

表 R I. 9 防災関連ワークショップの実施概要

項目	知見
住民の災害に対する認識	<ul style="list-style-type: none"> 住民は地域の災害の危険についてかなり熟知している。 ただし、一部の住民は土石流、地すべり、洪水などの用語、現象を混同している。
災害の可能性	<ul style="list-style-type: none"> 重点地区でなくとも、ほとんどの集落の周りに危険地域（とくに山岳地域の地すべり、崩壊）が存在している。
群測群防活動	<ul style="list-style-type: none"> 政府指導の群測群防活動は重点地区に限られている。 観測員は村民委員会の職員の兼任もしくは小組長（無報酬）である。 観測計器（雨量計、地割れ幅測定）が設置されていたり、監視のための用具が配布されているところはない。 活動状況は地域毎に異なる。重点地域といえどもまだ明白カードも配られていないところもある。
通信、警報装置	<ul style="list-style-type: none"> 大多数の住民がテレビの天気予報を見ている（テレビを持っている） 一部の住民は CCTV の地質災害情報を見ている。 郷鎮政府・村民委員会との連絡には携帯電話が使われている。ただし携帯電話が無いところへは歩いて伝えに行く。 一部の村民委員会、小組で住民への連絡用に放送設備（拡声器、アンプ）を有しているところがある。 东川区都市建設局の屋上に警報装置あり。
避難活動	<ul style="list-style-type: none"> 重点地区以外は避難場所を決めている人は半数以下である。 住民の半数以上が 70 歳以上の老人もしくは 5 歳以下の子供と同居している。 '97 年の芦柴塘の地すべり災害では深夜にも関わらず、大声を掛け合い 20 分程度で焼く 200 名の住民が避難した（大声に気づかなかった 6 人は死亡）。
住民移転	<ul style="list-style-type: none"> 重点地区の住民は 71% (130 人中 92 人)、重点地区以外でも 65% (131 人中 86 人) が移転を希望している。移転地の条件としては、先ず安全であること、さらに交通の便が良いことを上げている。 芦柴塘で災害後移転した住民も、移転地での生活に不便（農地が遠くなった、給水施設が無い、家屋が小さい）を感じており、更なる移転を希望している。
住民の考える群測群防の改善点	<ul style="list-style-type: none"> 観測員の専任化（現状は兼任） 宣伝活動の強化（防災意識の向上、人為活動による災害の誘発を防ぐ） 資金を増やす。 観測計器の設置。 予測精度の向上。
住民が貢献できること	<ul style="list-style-type: none"> 危険箇所の観測。 お互いに助け合う（とくに身体障害者、老人、子供を助ける）。 状況に合わせて緊急対応する。 森林保護、植樹、砂防ダム建設、流路・谷の堆積物の除去。 予測精度の向上 宣伝活動。

3.3 銅都鎮岩脚村梁子上での群測群防のための簡易観測計器の設置

云南省国土資源庁発行の群測群防に関するマニュアル『地すべり土石流の予防避難知識』では地すべりなどの簡易観測が推奨されている。しかし防災ワークショップにおいて現状の群測群防には観測機器は一切使用されておらず、目視に頼っていることが判明した。

以上のような現状を鑑み、調査団は計器による簡易観測の普及の契機となるように、銅都鎮岩脚村梁子上集落（东川市街地流域）をモデル地区として、2005 年 11 月 15～16 日に地すべり、雨量観測の簡易観測計器を設置した。

3.3.1 銅都鎮岩脚村梁子上

梁子上は、深沟本川と左支川白云沟に挟まれた標高約 2,300m の尾根上に位置する、約 30 世帯（人口約 120 人）の集落である。この梁子上には、北側斜面、西側斜面及び南側斜面に地すべり地が集中しており、97 年、99 年に地すべりが発生している。99 年の南側斜面の地すべり後、住民移転の話があったが、移転先が見つからないこと、さらに経済的な理由などから移転の話は断念された。また尾根沿いに排水路を設け、北側斜面及び南側斜面の地すべり地への水の供給を防ぐ対策がとられているが、一部の住宅にはひび割れや亀裂が見うけられる。

梁子上は群測群防の重点地区として上げられているが、他の重点地区と同じく、観測計器を用いた観測は一切行われておらず、住民の目視による感覚に頼っているに過ぎない。住民移転についても、民政局は「緊急に移転の必要あり」との認識であるが、経済的な理由などから具体的な計画はない。

調査団は防災ワークショップを 2005 年 9 月この梁子上で開催した。参加者は 25 名で、全員が地すべりやがけ崩れの脅威を感じていた。また 6 割以上が移転を希望している一方で、全員が群測群防への貢献する意欲を示していた。

3.3.2 観測計器

作成・設置した観測計器の一覧を下表に示す。また設置箇所を図 I.4 に、各計器の原理、説明図を図 I.5 に示す。

表 R I. 1 0 観測計器一覧

観測計器	目的	設置箇所
簡易伸縮計	地すべり観測	計 3 ケ所（北側斜面 1 ケ所、南側斜面 2 ケ所）
簡易変移計	地すべり観測	1 ケ所（南側斜面 1 ケ所）
地すべり検知盤	地すべり観測	2 ケ所（南側斜面 1 ケ所）
住宅壁ひび割れ計測	地すべり観測	1 ケ所（南側斜面 1 ケ所）
簡易雨量計	雨量観測	

1) 簡易伸縮計

簡易伸縮計は、地すべり不動域と移動域に杭(10cm×10cm×200cm)を立て、一方の杭に鋼線(φ5mm)を固定し、他方の杭に滑車を設け、鋼線が自由に移動できるように設置したものである。鋼線の滑車側の端には錘を付け、その錘の移動量を計測するために、杭には目盛りを設ける。このとき、設置時の錘の位置を明記しておく。設置時と観測時の錘の移動量を測ることにより、地すべり観測時の移動量が定量的に観測できる。



この簡易伸縮計を集落の北側斜面に1ヶ所、南東側斜面に2ヶ所、計3ヶ所に設置した。両斜面とも単一の地すべり地形を呈しており、地すべりが発生した場合には集落に悪影響が現れるものと考えられる。

2) 簡易変移計

簡易変位計は、亀裂を挟んで設置した杭(□5cm)を板(2cm×4cm×150cm)でつなげて釘付けし、最後にその板を切断したものである。簡易変位計は、亀裂が明確な場所に設置するものとし、切断した板の変位量を計測することで、地すべりの変位を定量的に観測できる。

この簡易変移計を集落南東斜面の地すべり地形の南側境界線(かなり明確な亀裂線)をまたぐように設置した。



3) モルタル製地すべり検知盤

地すべり検知盤は、地面に所定の長さ幅で、厚さ5cmの碎石を敷き、その上に5cmのモルタルを打設した床盤である。床盤にひび割れが発生することで、地すべり地形の変状を知ることができる。

このモルタル製を、集落南東斜面の地すべりブロックを横切って岩脚方面へ向かう生活道路(歩道)上に2ヶ所、地すべり面の南北の境界線を横断するように設置した。北側の検知盤の長さは20m、南側のものは10mである。南側の検知盤の東側へ10m登ったところには、上記の簡易変移計が設置されており、同一のすべり境界線の変化を監視するものである。



4) 住宅壁ひび割れ計測

住宅の壁のひび割れ箇所、ひび割れを挟んでセメント釘を設置して、釘間隔の変化を計測することで、地すべりの変状を知ることができる。

梁子上集落の南斜面に広がる地すべり地の一部であり、滑落崖にあたる一部の住宅にはひび割れや亀裂が見うけられる。このような住宅の壁のひび割れの一つを計測す



ることとした。

5) 簡易雨量計

降雨は土砂災害の直接的または間接的な大きな要因であり、これを観測し、データの蓄積に努めることによって警戒避難基準の判断材料にするなど災害予防に役立てることが可能となる。したがって土砂災害が予想される地域の近傍に雨量計を設置し、観測を早急に開始することが肝要である。

このような考えから、右写真のような酒瓶を利用した簡易雨量計を作成し、住民に供与した。本来は時間雨量が測定できるような自記雨量計が望ましいところではあるが、まずは日雨量観測の普及が重要との認識から、少ない費用（材料費、作成費合計で 60 元）で既存の材料での作成が可能なものを考えた。ちなみにこの簡易雨量計では 70mm（日雨量で 5 年確率に相当）までの測定が可能である。



3.3.3 住民説明会の実施

上記の設置工事完了後、2005 年 11 月 16 日 14:00 から住民約 30 名の参加を得、計器の目的、原理、測定方法の説明会を行った。この説明会には水務局や東川泥石流研究所の代表も出席した。



4. 緊急プロジェクトの非施設対策

4 優先小流域の非施設対策としてハザードマップの作成・活用、群測群防の強化を取り上げて検討を行う。非施設対策の一つである予警報システムについては、「付属報告書 J 予警報システム」に述べられている。

4.1 ハザードマップの作成・活用

ハザードマップは防災対策の重要なツールとして世界各国に使われ始めている。一般にその効果は、対象を行政と住民に分け、以下のようにまとめられる。すなわち行政の「知らせる努力（土砂災害の実態や危険区域の公表等）」と住民の「知る努力（危険性の認知・避難方法の認識）」が相乗的に働くことを期待し、これらの努力を促すことで、土砂災害被害の低減を図るものである。

表 R I. 1 1 ハザードマップ作成の効果

対象	目的
行政	<ul style="list-style-type: none"> 危険地域を予め知っておくことにより、災害時の救助活動などに活用できる。 土地利用計画作成の際、危険地域を開発対象から外すなど災害の危険を考慮した適正な土地利用の誘導を図れる。 構造物対策計画や住民移転計画の作成に活用できる。
住民	<ul style="list-style-type: none"> 住民が自ら身の回りの地域の災害危険箇所を予め知っておくことにより緊急時の対応（避難、救助など）がより容易になる。 住民が危険地域に住居・建物を建設することを控えるようになる。

本調査でもハザードマップの作成は非施設対策の重要な柱の一つであると位置づけており、調査団により日本での基準に沿って作成したりハザードマップや防災ワークショップ時に住民自身にハザードマップを描いてもらうなど、2種類のハザードマップを作成している。以下では、優先小流域でこのようなハザードマップの作成・活用について検討を行う。

4.1.1 中国でのハザードマップ作成・公開の現状

中国ではハザードマップ作成・公開は防災対策としてはまだ確立されていない。今まで災害危険箇所や危険度を示したハザードマップが作成されたことはあるが、右図に一例を示すように小縮尺だったりして、個々の地先での具体の防災活動に使えるものは公開されていない。



図 R I. 3 中国でのハザードマップの事例

また今回調査団が作成したハザードマップについても前述したように、2005年9月1日の日中ハザードマップ技術交流会において中国側はハザードマップの公開には、実績がないなどの理由により、あまり積極的ではなかった。

しかし日本でもハザードマップの有効性が社会的に認知されるまでには10年近い年月を要したことから、これは無理からぬこととも云える。少しずつ実績を作りあげていく地道な努力が必要である。

4.1.2 調査団によるハザードマップの作成

2.3 ハザードマップ作成で述べたように、優先小流域を対象に日本でのマニュアルを参考に、土石流（洪水を含む）、地すべり、急傾斜面崩壊の災害に関するハザードマップ作成を試みた。その結果は主報告書 FS 調査編に示したとおりである。

作成したハザードマップの特徴は、一定の基準を用いて広範囲を対象に災害ポテンシャル地域を明らかにしている点にある。どんな災害が起こりうるか、マクロに把握できるという利点がある。したがって都市計画や土地利用計画の作成や開発事業の許認可にあたって、適切な土地利用となるよう規制や誘導を図る上で大いに役立つものである。また災害対策事業計画を作成する上でも広範囲のハザードマップが有効である。

しかし一方で、上記のハザードマップは精度面での限界がある。例えば地すべりや急傾斜地の警戒地域の抽出は、航空写真判読や地形図情報に基づいたものであり、ミクロなレベルでの地形、地質、植生情報、地下水位などの情報は不足しており、小規模な災害の表現や危険度の評価には至っていない。したがってこのハザードマップから具体的な避難地の選定、移転事業の優先順序付け、さらに防災構造物の設計などを行うには難しい面がある。より精度の高いマップの作成のためには個別の現地調査（住民への聞き込み、現地踏査、現地での計測）などが欠かせない。

4.1.3 住民自身によるハザードマップの作成

一方、住民自身は自分たちの住んでいる地域の災害についてどの程度認識しているのだろうか。この疑問に対する手がかりを求めるために、2005年9月から10月にかけて計10回開催された防災関連ワークショップでは、参加した住民にその地区の地図を描いてもらい、それに災害地域（地すべり、土石流）などを加え、一種のハザードマップを作成してもらった。2004年に豆腐沟流域で実施したワークショップ時に作成した4地区のものと合わせ、計33地区の住民作成のハザードマップが得られたことになる。これらの33枚のハザードマップは「付属報告書 I 非施設対策」に添付されているが、それらの代表として銅都鎮尼拉姑村芦柴塘（东川市街地流域）および烏龍鎮跑馬村山尾巴（烏龍河流域）のものを以下に示す。



(1) 銅都鎮尼拉姑村芦柴塘



(2) 烏龍鎮跑馬村山尾巴

図 R I. 4 住民作成のハザードマップの例

上記両地区は群測群防の重点地区になっており、特に芦柴塘は'97年の地すべりで6名もの犠牲者を出したことなどから、住民の防災意識は比較的高く、そのハザードマップは地域の災害状況を良く表している。例えば、ハザードマップから以下のような状況が読み取れ、却って調査団が作成したハザードマップと較べてより詳しい地域の情報を提供している。

芦柴塘では集落の北東部に大規模な地すべり地が存在し、'97年には大規模な地すべりが発生し、家屋を22軒破壊し、6名の命を奪った。残りの約200名の住民は集落の南西側の尾根上の農地に避難した。一方、山尾巴の集落の北側、西側には5本の土石流危険溪流があるが、集落の大部分は小高い丘の上であり、直接に土石流を受けることはない。しかし数軒は低地上にあり、'91年には土石流により3家屋が被害を受けているが、幸いにしてその3世帯は小高い集落へ避難したため、人的災害には至らなかった。

このように住民は住んでいる地域の災害現象をかなり正確に認識しているようであり、住民自身による質の高いハザードマップ作成の可能性を示唆している。しかし住民は足元の災害には敏感で、近接の地すべり、急傾斜地や土石流溪流については詳しいが、どうしても大規模な地すべりや遠方からの土石流については注意が回らないことが多い。したがって広域の立場からの行政の支援は不可欠であり、その場合、調査団が作成したような広域ハザードマップが有用である。

4.1.4 ハザードマップの作成・活用の基本方針

上記2種類のハザードマップの特徴や現在の中国でのハザードマップの取り扱いの現状を考慮して、以下のように2種類のハザードマップの作成・併用を提案する。

表 R I. 1 2 2 種類のハザードマップの利用方法

ハザードマップ	作成単位	作成者	利用者	利用目的
広域ハザードマップ	優先小流域毎	行政(小江工程管理局) 当面は調査団作成のハザードマップを活用、5年毎に見直しを行う。	行政：小江工程管理局、郷鎮政府、水務局、国土資源局、都市建設局、林業局、農業局、民生局など	<ul style="list-style-type: none"> 都市計画や土地利用計画の作成 開発事業等の審査 防災計画の立案
地区防災マップ	原則は小組毎 ただし東川市街地のような大規模扇状地部は村もしくは社区毎	住民が行政(工程管理局)の指導の下に作成。5年毎に見直しを行う。	住民	<ul style="list-style-type: none"> 群測群防(警戒避難体制)の強化 住民の防災意識の向上
			行政：小江工程管理局、郷鎮政府、水務局、国土資源局、都市建設局、林業局、農業局、民生局など	<ul style="list-style-type: none"> 個々の地区での問題の把握 群測群防(警戒避難体制)への支援 移転事業計画立案

まず広域ハザードマップは行政（小江工程管理局）が優先流域毎に作成するものとし、一般には公開せず、関係行政機関で保管しそれぞれ都市計画、土地利用計画、開発事業の審査、防災計画立案などの参考資料とする。本調査で作成したハザードマップがそのまま使用できるであろう。しかし、土地利用などの変化に対応するため5年毎に見直し・更新するものとする。

地区防災マップはワークショップで住民が作成したハザードマップに避難地、避難ルートなどを書き加え、より避難活動に使いやすくしたものである。原則、各小組毎に、行政（小江工程管理局）の指導の下に住民が作成する。ただし東川市街地流域の扇状地上の市街地部については地形が比較的単純であるため、村民委員会または居民委員会毎の作成とする。作成にあたっては広く住民の意見を集約するため、調査団が行ったようなワークショップを開催するものとし、行政からの参加者は広域ハザードマップを参考にして助言する。作成したハザードマップは住民用に群測群防の観測員宅または村民委員会・居民委員会事務所に掲示する。その他、コピーを関連行政機関が保管する。広域ハザードマップ同様に5年毎に見直しを行う。

4.2 群測群防（警戒避難体制）の強化

中国の土砂災害に対する警戒避難体制は、行政と連携し、小組程度を基本単位とした住民が主体となった群測群防という防災活動が基本となっている。群測群防は、日本では地域連携防災システム（Everyone Watching System）と称されるものに相当し、世界でも先駆的な試みと言える。2004年から施行された地質災害防除条例でも、この群測群防の強化が、土砂災害地域の県、郷、村の責務として掲げられている。

4.2.1 群測群防システム

小江流域においても構造物対策と並んで群測群防が災害予防の柱となっている。東川区、会澤県では国土資源局が中心となって、地すべりや土石流などの土砂災害について優先小流域内で計36箇所の重点地区（危険地区）を定めて、住民群測群防を支援している。

表 R I. 1 3 優先小流域別土砂災害重点地区数

災害の種類	豆腐沟	烏龍河	东川市街地	桃家小河	計
土石流	2	7	1	2	12
地すべり	1	11	3	7	22
急傾斜地崩壊				2	2
計	3	18	4	11	36

重点地区では、雨季（5月1日～10月31日）には24時間体制で、村民委員会から任命した監視員1,2名を各危険箇所に配置し、災害の予兆を監視させるというものである。一度異常が確認されれば、村民委員会を通じて、各郷鎮の国土資源管理所もしくは国土資源局地質環境科に通報され、避難が必要と判断されれば、監視員の誘導の下、住民は避難することになる。情報伝達は基本的に電話（固定および携帯）が使われ、電話が通じない危険箇所の場合、歩いて村民委員会に出向くようである。大雨などの気象情報は逆のルートで危険箇所に伝達される。

住民の防災意識向上や災害時の対応に混乱のないように、重点区域の住民には予め、災害の種類、避難先、避難路、連絡先などが記入された明白カードが配られる。毎年、雨季前には国土資源局から郷鎮政府の担当者への指導訓練が行われ、郷鎮政府担当者が村民委員会を通じて、監視員の訓練指導を行うことになっている。

4.2.2 群測群防の現状の問題点

実際の現場（小組レベル）では具体的にどのように群測群防が機能しているかについて、防災ワークショップにおいて住民に直に訊いて見た。以下にその結果を基に群測群防に関連した対象地区、監視員、監視活動、情報伝達、避難、教育・訓練・宣伝の6項目に分けてその問題点と想定される改善策案を下表にまとめる。総じて群測群防の現状は、主として資金不足や経験不足などの理由から政府の支援は充分でなく、住民の自発的な活動に頼るところが多く、組織的な木目の細かい支援にはなっていないようである。

表 R I. 1 4 群測群防に関わる問題点と改善策案

項目	問題点	改善策案
対象地区	<ul style="list-style-type: none"> 群測群防に対する支援は重点地区のみに限られる。 	<ul style="list-style-type: none"> 他の地区へ支援の拡大
監視員	<ul style="list-style-type: none"> 監視員は小組長もしくは村民委員会役員の内兼任による1名か2名で、24時間体制で監視を行うには人数が足りない。 監視員は無報酬であり、報酬を求める声がある。 責任と権限が不明確。 	<ul style="list-style-type: none"> 監視員の増員（最低2名） 監視員へ報酬の供与 責任、権限の明確化、
監視	<ul style="list-style-type: none"> 地割れ幅、雨量などの計測機器は備えられていない。 監視は地割れ幅、樹木の傾きなどの変化の目視による感覚に頼っている。 監視活動の用具（雨具、懐中電灯、ヘルメットなど）は供与されていない。 	<ul style="list-style-type: none"> 計測器具の設置 監視活動用具の貸与
情報伝達	<ul style="list-style-type: none"> 村民委員会との連絡に、監視員が携帯電話を持っていないため歩いて行かなくてはならない小组がある。2～3時間かかることもある。 ほとんどの小组は放送設備を持たないため、住民への連絡は呼び笛もしくは大声による呼びかけに頼らざるを得ない。 	<ul style="list-style-type: none"> 村民委員会との間の通信施設の充実 銅鑼もしくは放送設備の設置
避難	<ul style="list-style-type: none"> 安全な避難場所がない。 どこへ逃げたらよい分からない住民が多い。 明白カードに記入された避難場所は「山の上の方」など具体的な場所ではない。 避難場所を示した地図がない。 	<ul style="list-style-type: none"> ワークショップによる避難場所の選定、防災マップの作成
教育・訓練・宣伝	<ul style="list-style-type: none"> 監視員への訓練は村民委員会での注意事項の説明のみに限られ、現場での具体的なものがない。 避難訓練など住民に対する訓練が行われていない。 	<ul style="list-style-type: none"> 現場での監視、情報伝達訓練を実施。 避難訓練の実施

1) 対象地区

まず大きな問題として群測群防支援が重点地区に限られている点にある。重点地区は住民からの情報をベースに現地調査などを実施して定められたものであるが、調査団作成のハザードマップによればほぼ全ての山間部の集落（小组）は、少なくともその一部が地すべり、急傾斜地崩壊もしくは土石流の警戒地域に含まれている。またワークショップにおいても重点地区以外の住民も重点地区の住民同様に身近な災害の危険を訴えていた。

2) 監視員

監視員は小组長、村民委員会役員の兼任による1名か2名である。雨季の6ヶ月間一人で24時間体制で務めるのは物理的に無理があり、最低でも2名の監視員が必要である。また監視員全員無報酬であり、この重大な責務に対して無報酬というのは監視員のやる気を削ぐ一因になりうるし、実際に報酬を求める声がある。

3) 監視活動や情報伝達手段

また観測機器が設置されておらず、監視員の目視、感覚に頼っており、また雨具や懐中電灯などの用具も供与されていない。さらに個人の携帯電話が村民委員会との連絡用に使われているが、貧しくて携帯電話を買えない監視員もおり、その場合は徒歩により伝えに行かなくてはならない。また住民への危険を知らせる手段も、一部の集落には放送施設（アンプ、スピーカー、マイク）が小组長宅などに備えられていたり、呼子笛が与えられているが、大声で呼びかけるしかないところがほとんどである。

4) 避難

災害危険箇所、避難場所、ルートなどを記した防災マップはない。重点地区においてもほとんどの集落で避難場所、ルートを具体的に決めていないようであり、明白カードでの避難場所の記述は「山の方」とか「上の方」などのあいまいな表現に留まっている。その理由としては、安全な場所に公民館のような堅牢な公共的建物あるわけでもなく、また集落の周りに適当な安全な場所が見つからないという問題がある。

5) 教育訓練・宣伝

監視員に関する訓練は、村民委員会での会議に群測群防に関する注意事項が与えられる程度、現場での具体の監視活動や情報伝達の訓練は行われていない。重点地区の住民への教育訓練としても明白カードの配布に留まっており、避難訓練などは一切行われていない。

4.2.3 群測群防の効果と限界

群測群防の地すべりに対する効果については、事前に地すべりの予兆を察知することによって大事に至らなかった2、3の事例を小江流域関係者から聞いている。また、群測群防活動の先進的地域である云南省昭通市巧家県の同水利局の話によると、1991年に長江中上流地すべり土石流予警報システムプロジェクトの一環として群測群防活動を開始して以来、同県の9件の災害（地すべり8件、傾斜地崩壊1件）の予兆を感知して避難することによって、計464戸の1,907人が難を逃れ、また被害を逃れた財産額は847万元であったそうである。

また以上のような直接的な減災効果の他に、群測群防の活動を通じての住民の防災意識の向上という間接的な効果も期待できる。この住民の防災意識の向上は、森林の保護など自然環境の修復にも繋がるものである。

一方で、群測群防の限界についても認識しておく必要がある。この群測群防システムは比較的挙動のゆっくりした地すべりにはかなり有効ではないかと思われ、前述したような成功事例も上がっている。しかし突発性が強く、また一般に集落からかなり離れた上流で発生する土石流災害にはあまり有効ではないと思われる。群測群防の先進県である巧家県でも、監視対象は地すべりに主眼がおかれているようである。このような土石流に対しては、群測群防に加えて、別途、テレメータ雨量計や局地レーダ雨量計や土石流センサーなどを利用した予警報システムを構築することが望ましい。

さらにこのシステムは基本的に人力システムであり、監視員をはじめとする関係者の働き振りに大きく依存したシステムである。したがって適切な運用を担保するためには監視員の技術とモラルが肝要であり、そのための適切な報酬、機器、訓練を確保することが必要である。

4.2.4 群測群防の強化のための基本方針

以上述べたように群測群防については大きな改善の余地がある。そこで緊急プロジェクトにおいて下記の改善策を提案する。

1) 対象地区の拡大

調査団が作成した広域ハザードマップを基に、群測群防の支援の対象を重点地区以外へ拡大する。すなわち、広域ハザードマップの地すべり、急傾斜地崩壊の警戒区域に10戸程度以上の家屋がある集落を、全て群測群防強化対象候補地区とする。この候補地区からどの地区を実際に群測群防強化対象にするかについては、個々の候補地区に対して現地踏査、ワークショップを実施して災害の危険度、緊急度、住民のやる気などから総合的に判断して決めることになる。

下表は広域ハザードマップから抽出した各流域の群測群防強化対象候補地区数である。すなわち従来の36箇所に加えてこれらの132箇所を含めて候補地区とする。

表 R I. 1 5 優先小流域別の群測群防強化対象候補地区

豆腐沟	烏龍河	东川市街地	桃家小河	計
7	59	23	43	132

2) 監視員の責務明確化と待遇改善

a) 責務

監視員としてでなく、群測群防活動全体の責任者として、住民から正副2名の担当者（主担当と補佐）を1集落（小組）に置くこととする。その主要な責務を以下のように提案する。

表 R I. 1 6 監視員の責務案

項目	内容
監視	<ul style="list-style-type: none"> 小江工程管理局（仮称）からの指導の下、観測計器を設置する。 設置した計器を用いて観測を実施する。 その他異常がないか、常日頃から注意する。 計器の維持管理を行う。異常がある場合は工程管理局（仮称）に連絡する。
情報伝達	<ul style="list-style-type: none"> 上記監視で異常現象が確認された場合は、村民委員会担当者に携帯電話にて連絡する。 村民委員会の指示の下、住民に避難などを呼びかける。 上記、異常現象が緊急を要すると判断される場合は、監視員の判断において住民の避難を呼びかけることができる。
避難誘導	<ul style="list-style-type: none"> 異常時に村民委員会からの指示、または緊急時に監視員の判断により住民を安全な場所に避難誘導する。
地区防災マップ作成	<ul style="list-style-type: none"> 小江工程管理局（仮称）からの指導の下、住民と防災マップを作成する。
訓練	<ul style="list-style-type: none"> 小江工程管理局（仮称）から、監視員の責務について説明、訓練を受ける。 年1回雨季前に監視員が住民や村民委員会の参加を得て避難訓練、情報伝達訓練を実施する。

b) 待遇

群測群防活動の先進的地域である云南省昭通市巧家県の実績である 60 元/月（年間 720 元）を参考に、主担当 60 元/月（年間 720 元）、副担当 40 元/月（年間 480 元）とする。

3) 群測群防活動資機材の供与

群測群防責任者の活動を支援するツールとして、以下の計器、器具を監視地点に設置、または責任者に供与する。村民委員会への連絡用の携帯電話については、責任者が携帯電話を所有していない場合は貸与するものとする。

表 R I. 1 7 群測群防活動の初期費用（1 地区当たり）

目的	資機材	数量	概算費用（元）
計測・記録	簡易雨量計	1 個	50
	地すべり監視用計測器	1 式	1,000
監視活動	雨具	2 人分	200
	懐中電灯	2 本	100
	ヘルメット	2 個	100
情報伝達	携帯電話*	2 個	1,000
	銅鑼	2 個	200
技術指導	指導員の交通、人件費	1 式	500
その他	その他	1 式	350
	合計（携帯電話含まず）		2,500
	合計（携帯電話含む）		3,500

表 R I. 1 8 群測群防活動の年間運用維持管理費用（1 地区当たり）

項目	数量	概算費用（元）	備考
主担当への手当て	1 人分	720	60 元/月
副担当への手当て	1 人分	480	40 元/月
携帯電話手当て	2 人分	480	20 元/月
監視用計測器・用具維持管理費	1 式	320	
合計（携帯電話含む）		2,000	

4) 計測による監視活動の実施

各対象地区に簡易雨量計および地すべり計測計器を設置し、計測に基づく観測を実施する。

5) 地区防災マップの作成

地区防災マップはワークショップで住民が作成したようなハザードマップに避難地、避難ルートなどを書き加え、より避難活動に使いやすくしたものである。原則、行政（小江工程管理局）の指導の下に住民が作成する。

6) 訓練の実施

住民の参加を得て、最低年1回、避難訓練を行う。このとき村民委員会との情報伝達訓練をも合わせて行う。

4.2.5 群測群防強化支援費用の概算

例えば表 R I. 15 に示した計 132 箇所 of 全地区について群測群防強化を施すとしたときの初期費用および維持管理費用は、表 R I. 17、表 R I. 18 で概算した地区毎の単価を用いると以下ようになる。

表 R I. 19 群測群防支援強化費用

記号	流域	豆腐沟	乌龙河	东川市街地	桃家小家	計
a	強化対象候補地区数	7	59	23	43	132
b	初期費用 単価 (元/箇所)	3,500	3,500	3,500	3,500	
c	(携帯電話供与含む)					
	(携帯電話供与含まず)	2,500	2,500	2,500	2,500	
d	携帯電話保有率(%)	25	14	44	16	
e	初期費用(元) $=axbx(1-d/100)+axcxd/100$	22,750	198,240	70,380	143,620	434,990
f	年間維持費単価(元/年)	2,000	2,000	2,000	2,000	
g	年間維持費(元/年)	14,000	118,000	46,000	86,000	264,000

附表

表 I.1 会泽県小江流域土砂災害危険箇所

地点番号*	災害地点	災害の種類	災害名称
1	娜姑镇牛泥塘村陈家村小组	地すべり	陈家村滑坡
2	娜姑镇石门坎村小田坝小组	地すべり	小田坝滑坡
3	娜姑镇云峰村校场坝小组	地すべり	校场坝滑坡
4	娜姑镇落水村三家村	不安定斜面	三家村斜坡
5	娜姑镇发基卡村石膏塘	不安定斜面	石膏塘斜坡
6	娜姑镇炭山村小米地	不安定斜面	小米地斜坡
7	娜姑镇云峰村老荒田	崩壊	老荒田塌陷
8	金钟镇温泉村	土石流	小河大沟
9	金钟镇以礼村二社	不安定斜面	热水塘斜坡
10	金钟镇以礼村一社	不安定斜面	崩家梁子斜坡
11	金钟镇以礼村一社	不安定斜面	欧家坪子斜坡
12	金钟镇松山村普家田社	地すべり	普家田滑坡
13	金钟镇松山村六组	地すべり	上、下团脑子滑坡
14	金钟镇松山村五礼社	地すべり	红泥地滑坡
15	金钟镇温泉村屋坪子社	地すべり	潘家崖子滑坡
16	金钟镇温泉村土崖子社	地すべり	土崖子滑坡
17	大海乡小江村	土石流	至落沟泥石流
18	大海乡下新村葫芦田小组	地すべり	葫芦田滑坡
19	大海乡下新村大莽地小组	地すべり	大莽地滑坡
20	大海乡下新村密支山小组	地すべり	密支山滑坡
21	大海乡下新村严家凹社	地すべり	严家凹滑坡
22	大海乡下新村背阴山	地すべり	滑脚坡滑坡
23	大海乡云洞村梅子树小组	地すべり	梅子树滑坡
24	大海乡黑箐村多照小组	地すべり	多照滑坡
25	大海乡河沟村水字林小组	地すべり	水字林滑坡
26	大海乡大脑包村王家口小组	地すべり	王家口滑坡
27	大海乡大脑包村蚂蚁坪小组	地すべり	蚂蚁坪滑坡
28	大海乡鲁纳管村段家村小组	地すべり	段家村滑坡
29	大脑包村李家丫口小组	地すべり	李家丫口滑坡
30	大海乡炭棚村包谷地小组	地すべり	包谷地滑坡
31	大海乡云洞村陈家梁子小组	地すべり	陈家梁子滑坡
32	大海乡观音崖村大四子小组	地すべり	大四子滑坡
33	大海乡炭棚村上竹箐小组	地すべり	上竹箐滑坡
34	大海乡都米都村大龙树社	地すべり	大龙树滑坡
35	大海乡炭棚村下竹箐小组	地すべり	下竹箐滑坡
36	大海乡都米都村丫口地小组	地すべり	丫口地滑坡
37	大海乡都米都村大四子小组	地すべり	大四子滑坡
38	大海乡都米都村腰村小组	地すべり	腰村滑坡
39	大海乡小江村卧铺卡小组	地すべり	卧铺卡滑坡
40	大海乡下新村大坪子小组	地すべり	大坪子滑坡
41	大海乡刘家村马窑坪社	不安定斜面	马窑坪斜坡
42	大海乡布多村杀鱼角社	不安定斜面	塘塘地斜坡
43	大海乡凹黑村孙家梁子小组	地すべり	孙家梁子滑坡
44	大海乡布多村杀鱼角社	不安定斜面	干坪子斜坡

地点番号*	災害地点	災害の種類	災害名称
45	大海乡布多村新田社	不安定斜面	新田斜坡
46	大海乡二道坪村泥者箐社	不安定斜面	泥者箐斜坡
47	大海乡布多村	土石流	尖山大沟泥石流
48	大海乡鲁纳管村	土石流	鲁纳管泥石流
49	大海乡观音箐村大四子	土石流	大四子泥石流
50	大海乡泥得坪村	土石流	蒋家沟泥石流
51	大海乡刘家村新山社	地すべり	新山滑坡
52	大海乡刘家村白龙社	地すべり	白龙滑坡
53	大海乡石板沟村坡脚社	地すべり	坡脚滑坡
54	大海乡鲁纳管村下大村子社	地すべり	鲁纳管2#滑坡
55	大海乡鲁纳管村下大村子社	地すべり	鲁纳管1#滑坡
56	大海乡石板沟村小坪子社	地すべり	小坪子滑坡
57	大海乡石板沟村坪子地社	地すべり	坪子地滑坡
58	大海乡石板沟村苏家梁子社	地すべり	苏家梁子滑坡
59	大海乡石板沟村小铺子社	地すべり	小铺子滑坡
60	大海乡二道坪村大脚河社	地すべり	大脚河滑坡
61	大海乡二道坪村白菜村小组	地すべり	白菜村滑坡
62	大海乡布多村王家坪社	地すべり	王家坪滑坡
63	大海乡布多村鲁居社	地すべり	王居居滑坡
64	大海乡梨树坪村钱家梁子小组	地すべり	钱家梁子滑坡
65	大海乡梨树坪村庙湾湾小组	地すべり	庙湾湾滑坡
66	大海乡梨树坪村梨树坪社	地すべり	梨树坪滑坡
67	大海乡梨树坪村白石岩社	地すべり	白石岩滑坡
68	大海乡梨树坪村梨树坪社	地すべり	大裂缝岩体崩塌
69	大海乡二道坪村小梁山社	地すべり	小梁山滑坡
70	大海乡凹黑村下梁子社	地すべり	下梁山滑坡
71	大海乡绿荫塘村朱家塘社	地すべり	朱家箐滑坡
72	大海乡凹黑村野猪塘社	地すべり	野猪塘滑坡
73	大海乡凹黑村柴棚社	地すべり	柴棚滑坡
74	驾车乡驾车村小麦地	地すべり	小麦地滑坡
75	驾车乡白泥村龙潭	地すべり	龙潭滑坡
76	驾车乡迤石村发科	危岩体	发科危岩体
77	驾车乡迤石村水节	地すべり	水节滑坡
78	驾车乡迤石村大地梁子	地すべり	大地梁子滑坡
79	驾车乡迤石村白布嘎	地すべり	白布嘎滑坡
80	驾车乡迤石村新田	地すべり	新田滑坡
81	驾车乡迤石村龙闸	不安定斜面	龙闸滑坡
82	驾车乡腰店村下黄草岭	地すべり	下黄草岭滑坡
83	驾车乡腰店村酒房	地すべり	酒房滑坡
84	驾车乡腰店村腰店	地すべり	腰店滑坡
85	驾车乡腰店村白泥井	地すべり	白泥井滑坡
86	驾车乡屋基村运台路	地すべり	运台路滑坡
87	驾车乡屋基村旧屋基	地すべり	旧屋基滑坡
88	驾车乡迤石村发科	土石流	发科大沟

資料提供： 会澤県土地資源局、 地点番号*は図3.3.1に対応。