

第24回シンポジウム

気象変動と地すべり

1996. 5. 10

主 催	地すべり学会新潟支部
	土質工学会北陸支部
後 援	新潟県地質調査業協会
	地すべり対策技術協会新潟支部
	新潟県

----- 目 次 -----

I 多雪・地すべり地帯の棚田の変化と国土保全 の影響-----	1
II 気象と地すべりとの関係-----	8

I 多雪・地すべり地帯の棚田の変化と国土保全への影響

北陸農業試験場 足立 一日出

1. はじめに

北陸地域では、粘土質土壌が広く分布し、また、冬期間積雪条件下に置かれるなど、土壌、気象条件の影響を受けて、耕地の約89%が水田で、しかも、水稲単作が多い。一般に、水田は洪水防止などの国土保全機能を持っていると言われていいる。しかし、中山間地帯では、人口の減少、農業従事者の高齢化・農業の担い手不足が進行し、耕作放棄や離農・離村が増加し、集落の崩壊へと繋がっている。そのため、これまで保持されてきた棚田の生産力の低下は勿論のこと、水や土壌などの環境への影響が危惧されている。

ここでは、北陸地域の棚田の実態について概観するとともに、特に、多雪・地すべり地帯で知られる新潟県の頸城丘陵の棚田を例に、国土保全との関わりについて述べる。

2. 北陸地域の水田立地の特徴

水稲などの土地利用型農業は、地域の地形、土壌、気象条件と大きな関わりを持って営まれてきた。例えば、土地利用状況からそれらは農業地域類型によって分類されている。すなわち、都市的地域、平地農業地域、中間農業地域、山間農業地域である。このうち、特に中間農業地域と山間農業地域を合わせて中山間地域と呼ぶことが多い。また、地形条件の一つである農地の主傾斜などで整理されることもある。

第3次土地利用基盤整備基本調査によると全国の農振農用地区域の水田は約220万ha存在しており、そのうち、都市的地域には22%、平地農業地域に40%、中間農業地域に29%、山間地域に9%存在し、中山間地域では全体の38%にも及ぶ。また、北陸地域のそれは、約31.6万haあり、そのうち、38%が、一方、新潟県では約13.8万haのうち約36%が中山間地域に存在している。また、主傾斜でみた場合、1/20以上の傾斜地水田は、全国平均で約11%存在し、新潟県では水田の14%近くにも及ぶ。すなわち、新潟県においては、水田は比較的傾斜の急な地帯に多く作られているといえる。これらの多くは棚田と呼ばれている。

新潟県における代表的な中山間地の棚田地帯として、頸城丘陵の水田があげられる。頸城丘陵の棚田の特徴の一つは、新第三紀層の泥岩が地質の地すべり地帯に多く存在していることである。そして、水田の多くは細粒グライ土壌で、粘土鉱物はモンモリロナイトと考えられている。一方、もう一つの特徴は、冬期間数mにも及ぶ豪雪地帯でもあるということである。これらの地帯の水田は、雪と地すべりの影響を受けながら続けられてきた。

3. 棚田の水利用

一般に水田では、作土・耕盤や下層土、畦畔、水口・水尻が有り、田面が平らである等の水田構造（水や土壌の保持）と農家の維持管理（代かき、畦畔修理や水のかけひき）によって水や土壌の管理が行われている。

多雪・地すべり地帯の棚田では、秋代（代かき）という特徴的な農作業が行われている。秋代については、多くの問題点も持っているが、①秋代とその後の湛水によって、収穫後に発生する亀裂を防ぎ、融雪時に下方への水の浸透を抑制し、地すべりから圃場を守る。②天水など水源の乏しい棚田地帯では、秋代によって浸透を抑制し、融雪水を灌漑水として利用する。③豪雪地帯では、春先の融雪時期が遅れ、棚田の農作業が時間的制約を受け、秋に代かきをすませておき、春先の作業の遅れを少なくする。④粘土質の水田では代かき直後、土壌が膨軟なため、機械移植が難しく、秋に代かきし、積雪によって土壌が落ち着くことを期待する。など様々言われている。この様に、多雪・地すべり地帯では、農家にとって、水や土の管理が重要になる。

4. 耕作放棄水田の実態と干ばつによる国土保全への影響

農業センサスによると、耕作放棄地は全国で15万haにも及び、新潟県の水田面積にも匹敵するほどの広大な農地が放棄されている（1990年）。もちろん新潟県においても耕作放棄が増加している。特に、それらは中山間地域に集中していることが分かる。新潟県の耕地面積の36%程度が中山間地に存在するが、耕作放棄地の70%近くが中山間地である。北陸地域は水田に特化していることから、水田の耕作放棄が進んでいると思われる。1/20以上の傾斜地水田の調査からも、耕作放棄が進んでいる団地数が他の地域よりも北陸地域で圧倒的に多いことが示されている。これら棚田の耕作放棄は地域の環境に大きな影響を及ぼすものと考えられる。

農水省資源課の依頼で松代町等の協力を得ながら、1993年から、松代町の耕作田と耕作放棄田（放棄後5年～）を対象に、土壌や水の調査から耕作放棄によってそれらがどの様に変化するのか耕作田と対比しながら調査を行っている。調査期間の中でも1994年は希にみる干ばつが発生した。ここでは、耕作放棄と干ばつの影響について紹介する。勿論、耕作田は、水稻の栽培時期によって水管理が行われていたし、秋代も行われた。一方、耕作放棄田は、何ら管理は行われず、水尻は開放されたままであった。

水田が耕作放棄された場合、その後の雑草の生態から、土壌が湿潤状態や乾燥状態に変化することが知られている。これらは、地形条件や水文条件に加えて干ばつ等の気象条件が大きく影響するものと考えられる。

1) 干ばつが水田構造に及ぼす影響

耕作放棄によって、水田の構造は変化する。畦畔について言えば、放棄後、徐々に畦畔の高さが減少する。また、耕作時の作土、耕盤（下層土）も地形条件や気象条件によって変化する。特に、干ばつ時にはより顕著に表れた。すなわち、

大きな亀裂の発生である。

一般に、亀裂は、土壌の収縮によって発生する。初期水分量が多いほど、粘土含量が多いほど、また、代かきが行われる水田のように構造を持たない土壌の方が、畑土壌のように団粒構造を持つ土壌よりも、粒子の配列を持つ土壌の方がランダムな配列を持つ土壌よりも収縮は著しい。頸城丘陵の棚田は、粘土質土壌が多く、しかも、稲刈り後も、秋代が行われ、年間を通してほぼ湛水状態で推移する。そのため、乾燥による亀裂が発生しやすい条件下に置かれている。1994年の干ばつ直後に行われた調査では、亀裂は、幅3~7cmで深さ80cmに及ぶものも見られている。耕作放棄田においても似通った現象が見られる。

調査圃場の耕作放棄田では、地形条件などから比較的湿潤状態であったものが、干ばつ以降、放棄田の内部で様相が一変した。すなわち、上流が耕作されている水田であることから、上流水田からの浸透水の影響を受けて、上流水田の畦畔法尻は湿潤状態を継続したが、放棄田の中央から下流にかけて大きな亀裂が発生し、乾燥状態になった。亀裂は50cm前後まで入ったものと思われ、20cm前後に見られた耕盤にも大きな亀裂が入った。大きな亀裂を含まない土壌でも、干ばつによって、粗間隙量は増加し飽和の透水係数も極端に大きくなった。干ばつによるこのような影響は頸城丘陵の多くの放棄田で見られた。特に、干ばつ直前に固相率が小さく水分が多い放棄田（例えば放棄後湿潤状態で推移していた、あるいは、放棄直後で乾燥の履歴を受けていないと思われる放棄田）の土壌の収縮は大きく、固相率は大きく増加し、大きな亀裂の発生に繋がったことが推察される。このような放棄水田の水田構造の変化は水の移動に大きな影響を及ぼしている。

2) 干ばつが水移動に及ぼす影響

圃場からの水の流出の特性を示すものとして、ハイドログラフと保留量曲線があげられる。ハイドログラフは降雨に対しての流出水量の時間的な変化を示したもので、保留量曲線は降雨のうち圃場に保留される水量を示している。

耕作田と耕作放棄田を対比してハイドログラフをみると、干ばつ以前の1993年は、観測された殆どの降雨において、耕作放棄田からのピーク流出水量は耕作田のそれを上回っていた。一方、干ばつが発生した1994年以降は様相が一転した。すなわち、耕作田からのピーク流出水量が放棄田のそれを上回った。このような状態は、1995年も継続している。

同様に保留量曲線も干ばつ前後で大きく変化した。干ばつ以前には耕作田の半分程度しかなかった耕作放棄田の保留量も、干ばつ以後、初期の2~3倍程度へと大きく増加している。これらは、干ばつ以前では耕作放棄田の方が耕作田よりも降雨に対する総流出水量が多いこと、干ばつ以後には逆に耕作放棄水田の方が総流出水量が小さくなること、を示している。干ばつ以前の耕作田の保留量と干ばつ以降の耕作放棄田の保留量が似通っているが、その意味するところは大きく異なる。耕作田の保留量の多くは田面への湛水であり、耕作放棄田のそれは、田面下への浸透水の増加を招いている。

これらは、干ばつ以前には放棄田では表面の水みちからの流出が卓越していた

こと、干ばつ以降には亀裂が発達したことによると考えられる。

調査地区では、積雪が2 m以上にも及ぶ。時期別に見た地すべり発生割合では、融雪時の4～5月が最も多いと言われている。それらの理由の一つに、融雪水の浸透による影響が考えられている。干ばつによる水田構造の変化の影響は、融雪時の水移動にも見られた。耕作放棄田では、干ばつ以前には融雪水の約79%が地表面から流出した。しかし、干ばつ直後の融雪時のそれは約28%程度であった。すなわち、融雪水の多くは田面下に浸透したものと考えられる。干ばつ直後のその値は、観測期間(30日)で平均して約25mm/dに相当する。干ばつ後一年経過しても下方への浸透量は依然として大きい。このような田面下への浸透量の増加は、水田の法面の崩壊や地すべり発生への誘因となることが危惧される。

5. おわりに

これまで、棚田は、水田構造とその農家の維持管理によって続けられてきた。特に、干ばつなどの気象の大きな変化に対しても、それらに対応して管理されてきた。しかし、耕作放棄田では、気象の変化は直接水田構造に影響し、修復が困難である。

多雪・地すべり地帯の棚田の耕作放棄による国土保全への影響は、気象や地形条件によって変化し、単に、水環境への影響だけでなく、法面の崩壊や地すべりなどへの影響も同時に考えておかなければならないであろう。

引用・参考文献

農水省構改局(1994): わが国の農地の現況

北陸農政局防災課(1989): 農地農村雪害対策調査報告書

新潟統計情報事務所(1993): 農業センサス新潟県累年統計書

新潟県農地部(1994): 水文統計資料、

新潟県農林水産部(1995): 平成6年度稲作概況と問題点、干ばつ被害と対策

網沢幹夫(1993): 傾斜地帯水田適正利用対策調査について、農業構造改善

石田憲治(1994): 中山間地域における耕作放棄と畦畔の損耗、農土学会講要

高木強治ら(1996): 中山間地における耕作放棄水田の降雨流出特性、北陸農業研究成果情報

増本隆夫ら(1994): 耕作放棄に伴う流出量の変化、農土学会講要

増本隆夫ら(1995): 異常渇水に伴う流出量の変化、農土学会講要

増本隆夫ら: 未発表

吉田修一郎ら: 未発表

表-1 傾斜別にみた農林農用地区域の水田の賦存量

千ha (%)

主傾斜	全国	北陸地域	新潟県
1/300未満	1107 (50.3)	129.6 (50.6)	81.8 (59.2)
1/300~1/100	484 (22.0)	62.1 (24.2)	21.3 (15.4)
1/100~1/20	357 (16.2)	36.0 (14.1)	16.1 (11.6)
1/20以上	251 (11.4)	28.4 (11.1)	19.0 (13.7)
合計	2200 (100)	256.1 (100)	138.2 (100)
	(100)	(11.6)	(6.3)

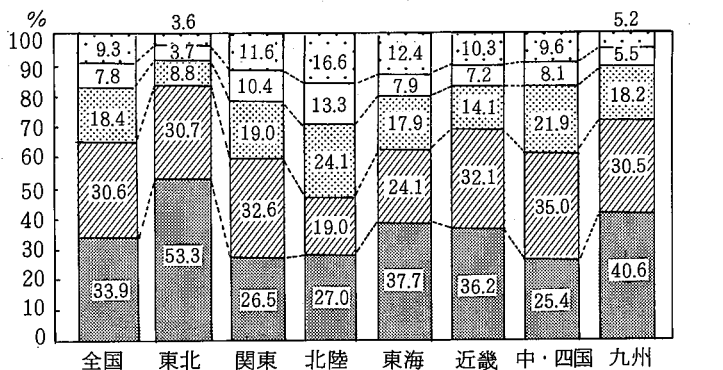
注) : わが国の農地の現況、農水省構改局(1994)

表-2 経営耕地面積と耕作放棄地

千ha (%)

年次	全国		新潟県		中山間農業地域	
	耕地面積	耕作放棄地	耕地面積	耕作放棄地	耕地面積	耕作放棄地
1980	4705.6	91.7 (1.9)	189.4	3.1 (1.6)	69.3	2.3 (3.3)
1985	4576.8	96.8 (2.1)	182.1	2.8 (1.5)	66.3	2.0 (3.0)
1990	4361.2	150.7 (3.5)	174.2	5.2 (3.0)	62.6	3.6 (5.8)
1990			新潟県のうち中山間の割合		(35.9)	(69.2)

注) : 農業センサス新潟県累年統計書、新潟統計情報事務所(1993)



耕作放棄率

凡例: ■ 0% ▨ 1~10% ▩ 10~20% □ 20~30% ░ 30%以上

図-1 傾斜地水田の耕作放棄率 (団地数比)
(網沢、1993)

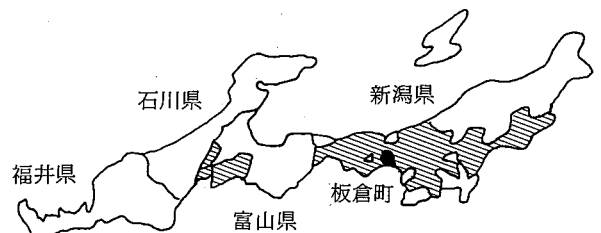


図-2 北陸地域における特別豪雪地帯と地すべり防止区域の両者に指定されている市町村の分布
注) 斜線部分が該当市町村

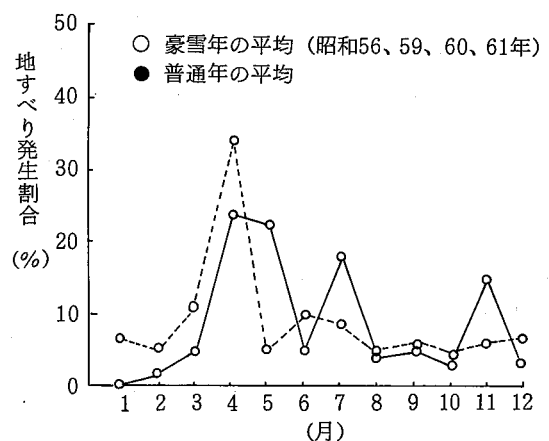


図-3 新潟県における月別地すべり発生件数の割合
注) 新潟県農地建設課の資料(昭和48~63年の16年間)を基に整備された件数を基に図化した。

表-3 松代町(調査圃場)の月降水量

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
1993年	105.0*	174.0*	203.0*	279.0*	305.0	183.5	260.0	223.5
1994年	35.0**	55.5	94.5	40.0	31.5	186.0	121.5	205.0**
1995年	161.5	94.0	117.0	521.0	227.5	140.5	191.0	339.0**
平均降水量 (1953~1993)	110.6*	119.3*	169.9*	242.6*	183.5*	199.3*	197.5*	251.6*

*: 水文統計資料、新潟県農地部(1994.3) **: 松代町役場

表-4 融雪期間中の水収支(増木ら)

期 間	耕作田		放棄田	
	流出率	平均浸透量	流出率	平均浸透量
1994.4.7~4.26	1.04	—	0.79	5.7mm/d
1995.3.29~4.27	3.76	—	0.28	25.6mm/d

表-5 シリンダーインタークレート(吉田ら)

	10分間浸入量 mm	ペ-シタインタークレート cm/s
放棄田		
山側	21	0
中央	116	0.012
谷側	184	0.020
耕作田		
山側	3	0
中央	3	0
谷側	3	0

1995.10調査

表-6 放棄田の粗間隙率・透水係数(吉田ら)

深さ(cm)	粗間隙率(%)			飽和透水係数(cm/s)	
	1994.5	1994.9	1995.10	1994.5	1995.10
0~5cm	2.6	15.9	13.2	9.5×10^{-5}	9.5×10^{-3}
10~15cm	3.9	8.2	7.9	3.5×10^{-6}	3.5×10^{-2}
25~30cm	1.3	2.0	1.4	6.8×10^{-7}	6.8×10^{-4}

表-7 耕作放棄年数と畦畔の損耗高

経過年数	放棄田畦畔高	耕作田畦畔高	損耗高
10年以上	8 cm	22 cm	14 cm
5~9年	7 cm	16 cm	9 cm
5年未満	11 cm	19 cm	8 cm

注) 全国70地点の平均、
中山間地域における耕作放棄と畦畔の損耗、石田憲治(1994)

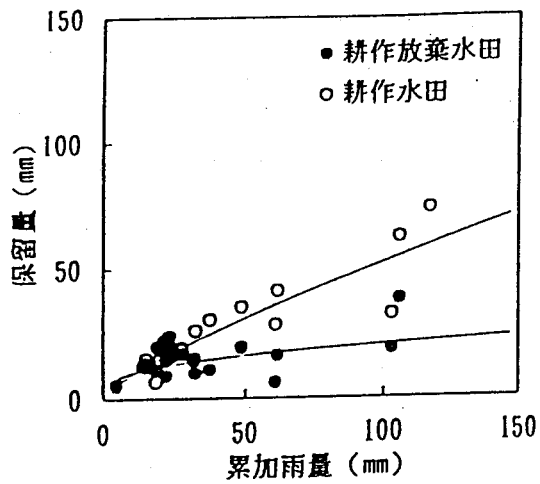


図 - 4 雨水保留量曲線 (平成5年8月~6年7月)
(増本ら、1994)

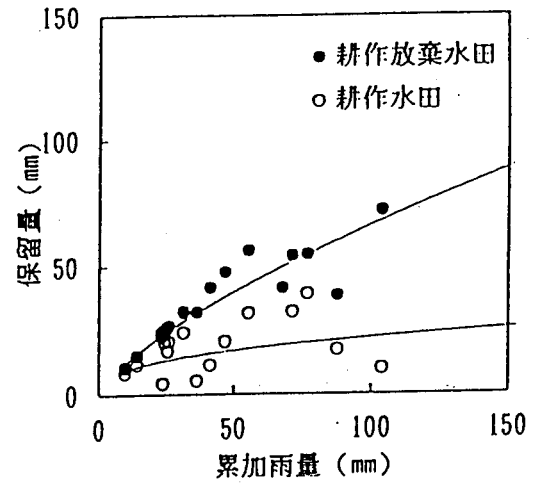


図 - 6 雨水保留量曲線 (平成6年8月~7年11月)
(高木ら、1996)

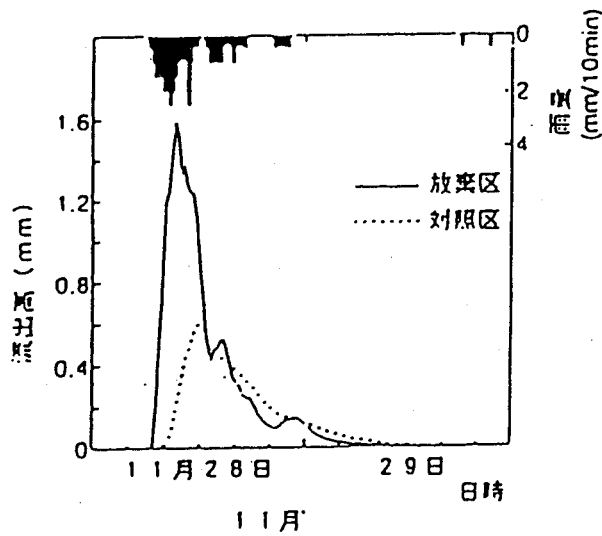


図 - 5 流出比較 (平成5年11月)
(増本ら、1994)

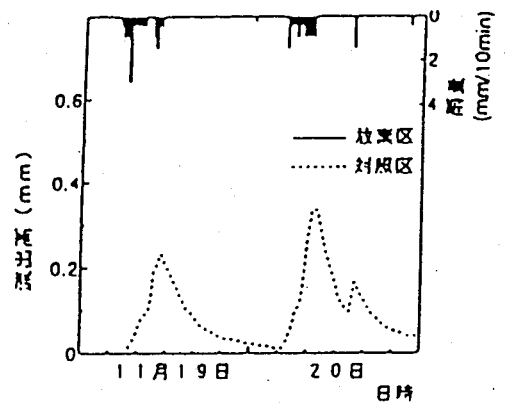


図 - 7 ハイドログラフの比較
(平成6年11月)
(増本ら、1995)

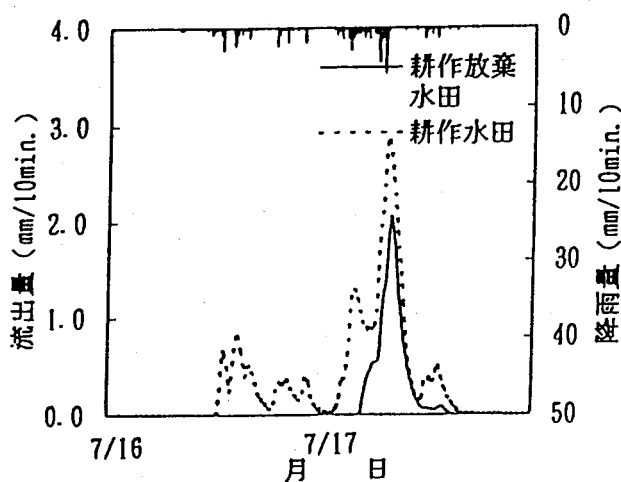


図 - 8 ハイドログラフ (平成7年7月)
(高木ら、1996)

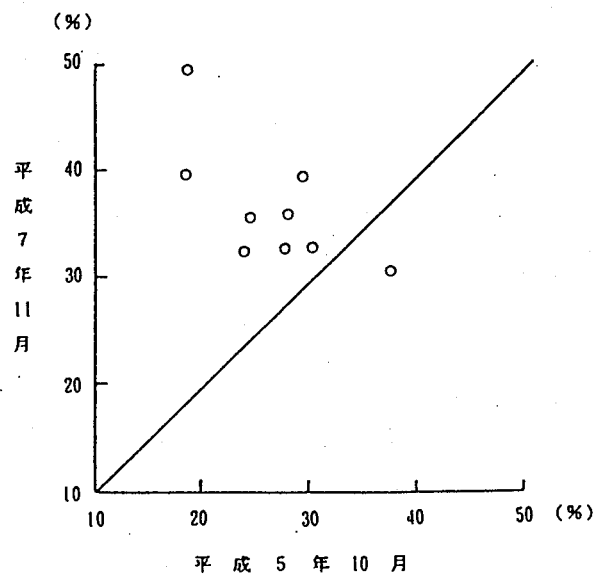


図 - 9 耕作放棄田の表層の固相率の変化 (吉田ら)

Ⅱ 気象と地すべりとの関係

— とくに干ばつの影響について —

岩 永 伸*

1. はじめに

地すべりの発生の自然的誘因としては、気象条件、地震、河川による侵蝕等が考えられる。気象条件のうち、降雨、融雪等について今までに種々の検討がなされており、相関関係などについても明らかにされている。しかし、干ばつの影響については今まであまり報告された例がない。

本報告では、新潟県下に過去10年間に発生した地すべりと気象、すなわち降水量、積雪深、および干ばつとの関係についてまとめた。

なお、まとめるにあたり、新潟県農地部農地建設課の関係各位から色々有益な御意見をいただくとともに、同県土木部砂防課からは、過去の年月別の地すべり発生数の資料を提供していただき、ここに厚く御礼申し上げる。

2. 気象と地すべりとの関係について今迄の研究成果

今迄の研究成果としては、多くの先達により下記のことが明らかになっている。

2-1 積雪深

最終最大積雪深と地すべり発生数とは相関する（青山他、1984）。

一般的に地すべりの発生は融雪期の積雪カーブが急速に下降し、ほとんど雪のなくなるころに集中的に見られる（中村他、1973）。

最終最大積雪深とそれから発生するまでの日数は関係がある（中村他、1985）。

2-2 気温・融雪との関係

前期実効融雪量が60mmを越えると、地すべりが発生し始める。

60mmの目安としては、おおむね0℃以上の日平均気温が3.3℃の日が7日間継続した場合と見ることができる（中村他、1985）。

気温が5～6℃の日が長く続くと地すべり発生日は多くなる（5日以上）。

6℃の場合の融雪水量は5cm/日である。（青木、1983）

最大融雪継続日数が20日以上になると地すべり発生回数が増加する（小林他、1986）。

* 株式会社 キタック

2-3 降雨との関係

1日10mm内外の降雨が5日間ぐらい降り続いた場合が最も地すべりが発生しやすい。当日降った雨が地すべりを起こす誘因となったのは全体の71%位であり、最も遠い雨でも20日位である（高野、1960）。

3. 気象と地すべり発生との関係

3-1 過去10年間の記録について

過去10年間についての12月、1～5月、3～5月の間の地すべり発生数と降水量、最大積雪深について相関関係をまとめた。また、この10年間の間に2回干ばつがあったが、6～8月の降水量と地すべり発生との相関関係についてもまとめた。

なお、降水量は高田、積雪深は安塚と松代の平均値を用いた。

表-1 過去10年間における地すべり発生数と降水量等との相関係数

	12月	1～5月	3～5月	4～5月
6～8月の降雨量 mm	-0.51			
当月の降水量 mm	0.58	0.56	0.43	0.04
最大積雪深 m			0.13	0.16
最終最大積雪深 m			0.40	0.69 (0.67)
4月1日の積雪深 m				0.77 (0.83)

() は当月の降水量の影響をとり除いた偏相関係数

表-1に示したように、12月および1～5月の地すべり発生数と降水量との間には正の相関があり、12月の地すべり発生数と夏季の降水量との間には負の相関があるが、いずれも強いものではない。

積雪深との関係では、4～5月の地すべり発生件数は4月1日の積雪深と最も相関性があり、最終最大積雪深がこれに次いでいる（図-1）。しかし、降水量とは無相関である。また、3～5月の地すべり発生件数と最大積雪深との相関関係はほとんどない。

4～5月の地すべり発生件数と4月1日の積雪深の関係で、同期間の降雨との関係を取り除いた偏相関係数はより高い数値を示す。

干ばつ災害を受けた1994年については、12月の発生件数は31件と過去10年間で最も多いが、同月の降水量も最も多い（図-2）。

翌年の1月～5月までの地すべり発生件数も91件と最も多い。その間の降水量は1991年よりも少なく、1986年や1992年よりも僅かに多い程度である（図-3）。

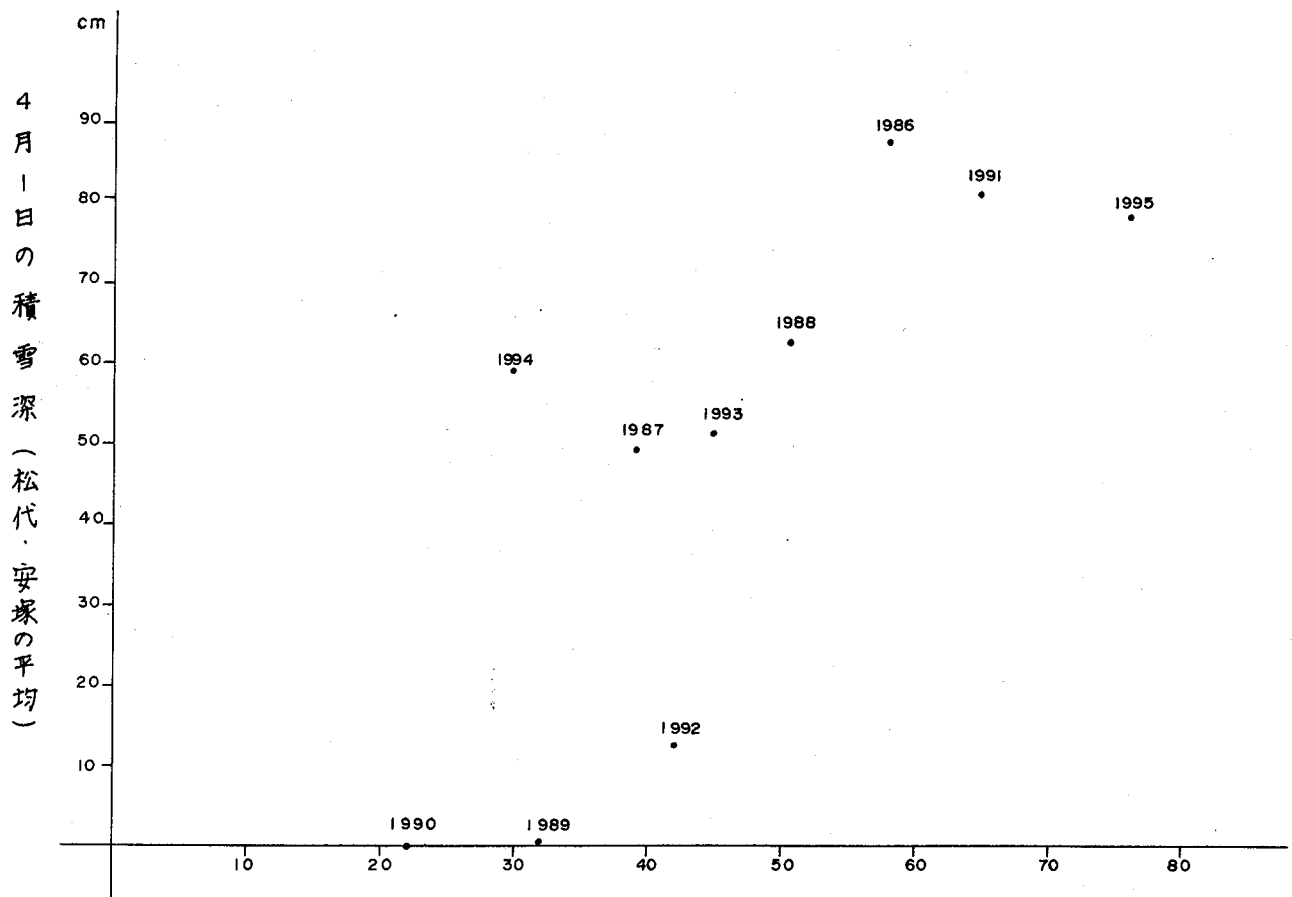


図-1 4月・5月の地すべり発生件数

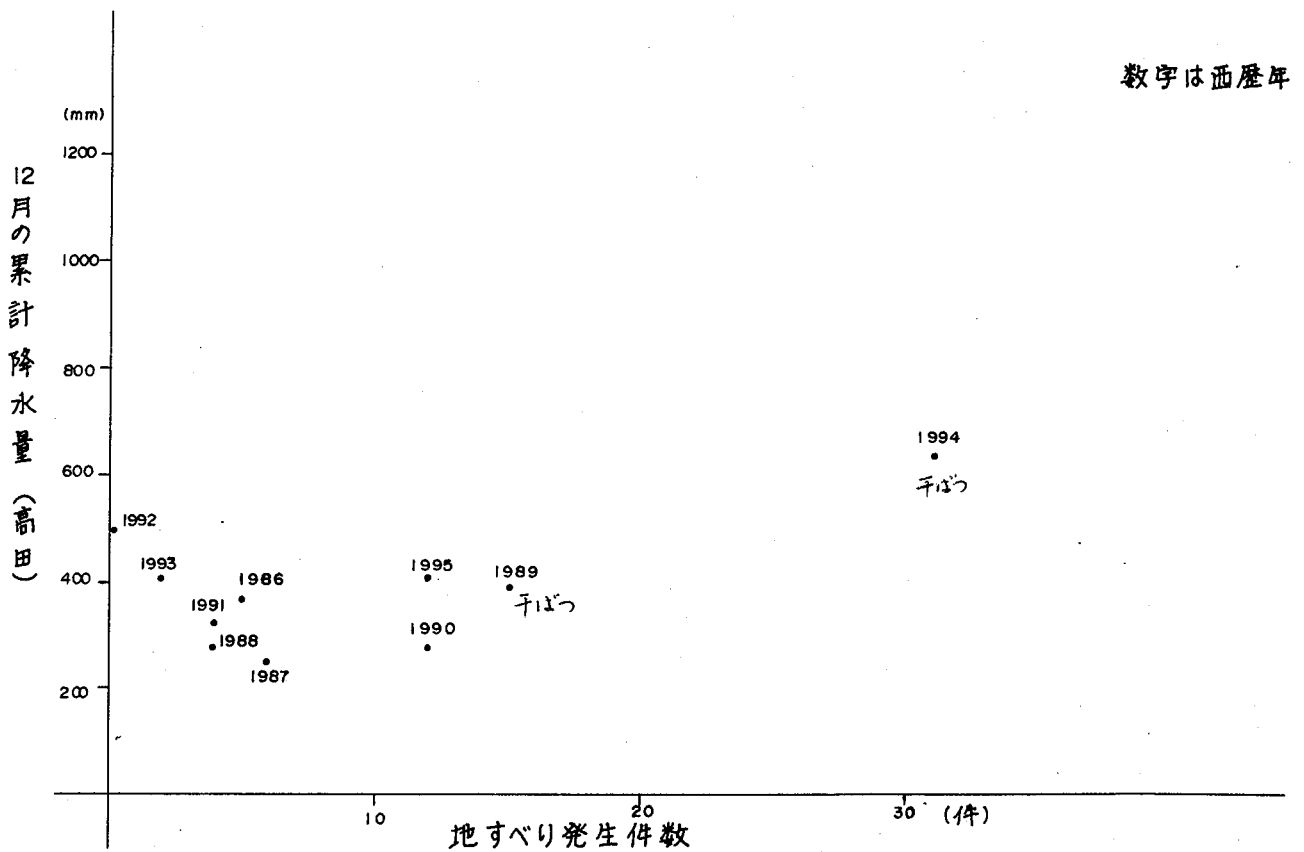


図-2 各年における12月の地すべり発生件数と累計降水量との関係 (全県下)

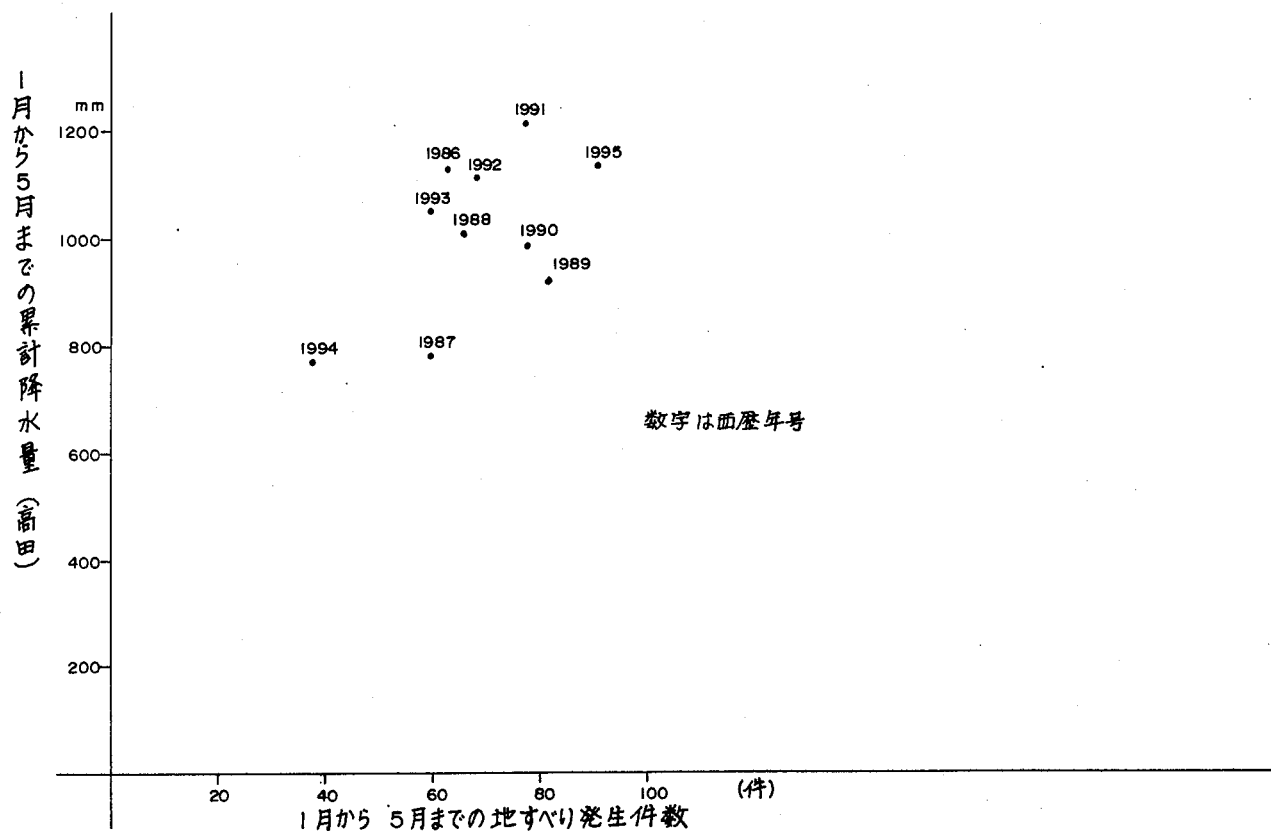


図-3 各年における1月から5月までの地すべり発生件数と累計降水量との関係

同年の3月から5月までの発生件数も85件と最も多い。最大積雪深も比較的多い（図-4）。

これらのことから1994年12月から翌年の融雪期に発生した地すべりは同時期の降水量や融雪量の影響を受けたが、干ばつによる乾裂の影響もあるものと推定される。

3-2 2回の干ばつを含む5年間の記録（1991年1月～1995年5月）

1990年と1994年には干ばつ災害を受けている。母数は少ないが、この間に限って相関係数ならびに偏相関係数を求めると表-2のとおりである。

表-2 1990年12月から1995年5月の間の地すべり発生数と降水量との相関係数

	12月	1～5月	3～5月
6～8月の降雨量 mm	-0.81 (-0.87)	-0.73 (-0.72)	-0.73 (-0.28)
当月の降水量 mm	0.11 (0.05)	0.86 (0.848)	0.58
最大積雪深 m			0.79 (0.50)

() は偏相関係数

このように解析対象期間が短く、問題はあるものの、12月の地すべり発生数は当月の降水量とは関係はないが、夏季の降水量が少ない時に多発している傾向が伺える。1～5月についても干ばつによる影響がみられるが、同期間の降水量の影響も強い。3～5月については干ばつの影響はほとんどなく、最大積雪深との相関も弱い。

3-3 1995年の梅雨前線による地すべり、崩壊の発生と干ばつとの関係について

1995年7月11日の豪雨による地すべり、崩壊の発生について東頸城郡松代町および中頸城郡清里村を対象に聞取調査を行った。

図-5は松代町における部落ごとの豪雨法面崩壊災害件数と干ばつ復旧を行わなかった（対策不十分で乾裂を処理できなかった所を含む）水田面積との関係を示す。同町では耕作田の大半が干ばつ被害の影響を受けた。

図-5からも復旧しなかった水田面積と災害件数とはほぼ比例する。

清里村では7月11日の豪雨で17ヶ所に崩壊が生じたが、明らかに干ばつの影響によるものは2ヶ所である。

4. 1994年の農地干ばつ災害の状況

4-1 地域的分布

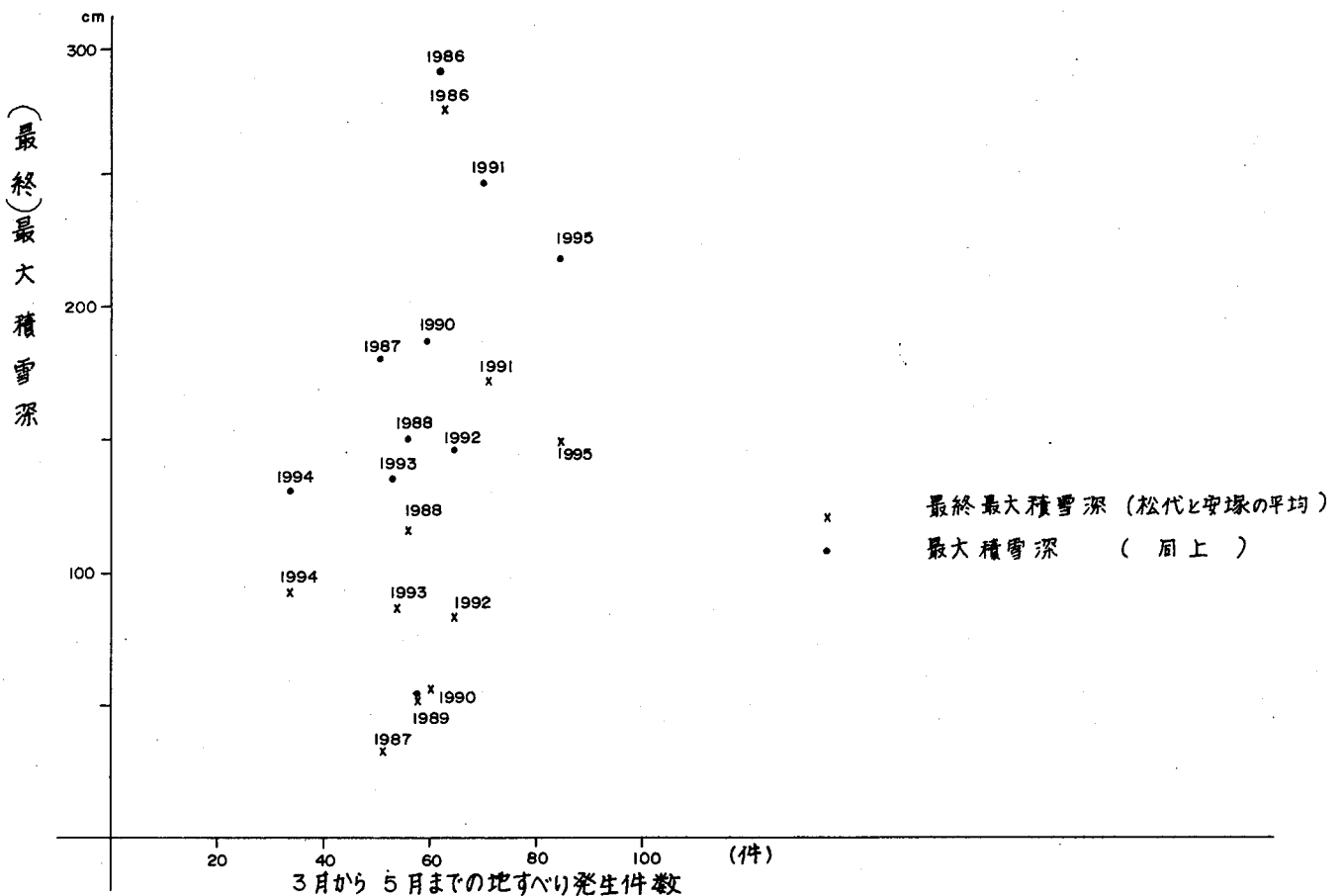


図-4 各年における3月から5月までの地すべり発生件数と(最終)最大積雪深の関係

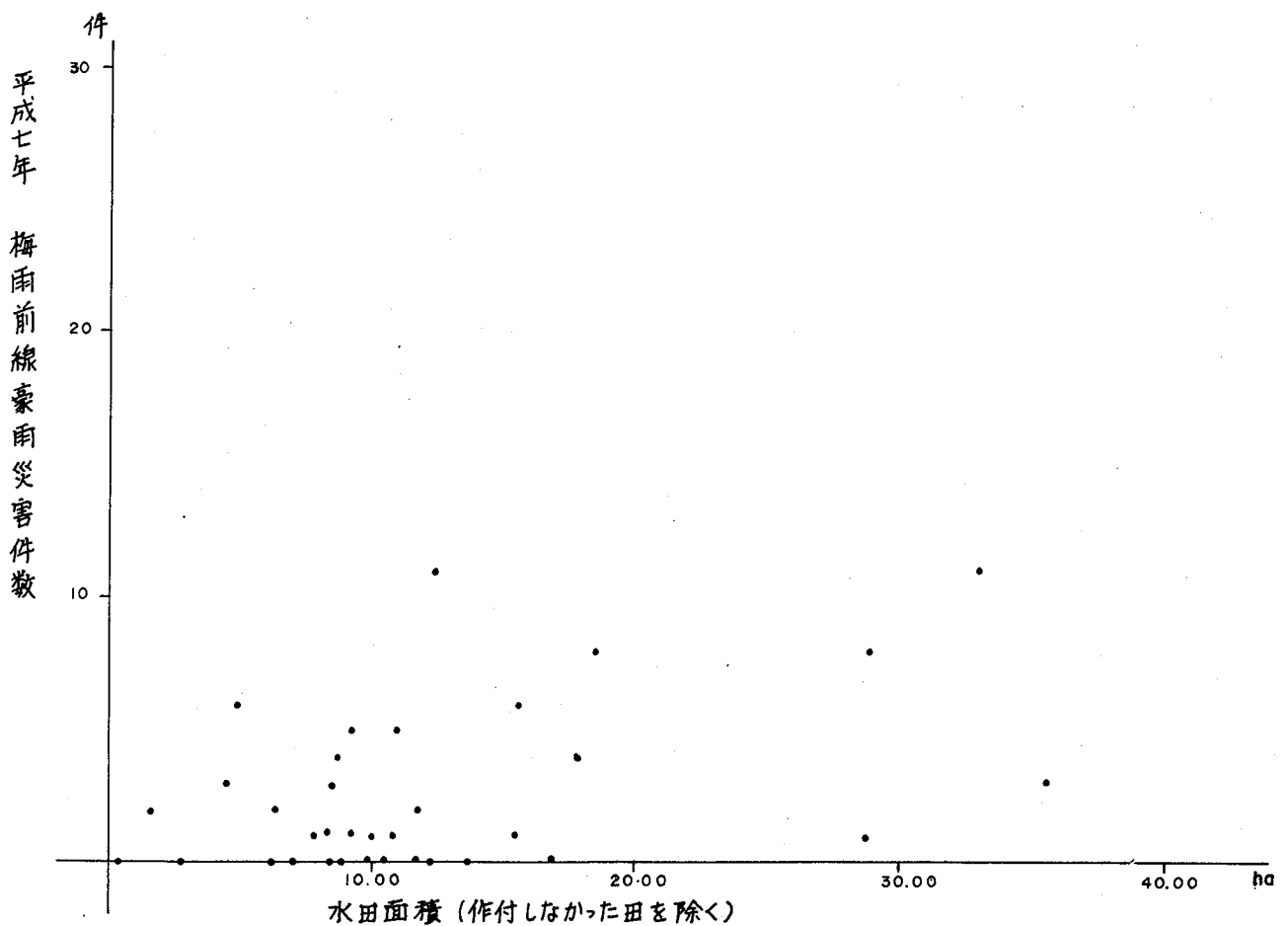


図-5 松代町における部落ごとの豪雨災害件数と水田面積の関係

1994年の干ばつ災害は全県下（申請段階）で871ヶ所、734ha（畦畔延長40,186m）で、被害面積は上越地域が全体の96.3%を占める。被害の大きい順では、東頸城農地事務所管内が83.6%、上越農地事務所管内が10.4%、糸魚川農地事務所管内が2.4%である。

4-2 水田耕作の状況

1995年農業センサスによる全県下の耕地面積は165,454haであり、耕作放棄地は、4,720.7haで全体の2.9%を占めている。

最も耕作放棄地の多いのは東頸城農地事務所管内の16.0%であり、次いで糸魚川農地事務所管内の13.5%である。

天水田の分布は、地元聞き取り結果によると、松代町60.1%、牧村30.1%で能生町25.0%、清里村0.7%でとくに東頸城郡内で多い。

4-3 干ばつの影響による地すべり

8ヶ所の現地調査を行うとともに、東頸城郡松代町、牧村および上越・糸魚川農地事務所管内で聞き取りを行った。現地調査の結果、各地区とも昨年生じた乾裂が確認された。

地すべりは乾裂の一部を頭部としており、融雪水の侵入によって地すべりを生じたものと推定される。

地元役場からの聞き取りの結果によると、各町村とも干ばつの復旧を行った水田では、ごく一部を除いて翌年融雪期までの間、地すべりが発生しなかったが、その他のところで干ばつによる乾裂に降水が入り、多くの地すべりを生じた。

1994年に12月から翌年5月にかけて松代町では11ヶ所、牧村では8ヶ所の地すべりが生じており、その平均面積は0.4haと比較的小さい。

清里村では融雪期に2ヶ所の地すべりを生じたが、そのうち、明らかに干ばつの影響を受けて地すべりを生じたのは1地区（面積4ha）だけである。1995年7月11日の豪雨の際にも17ヶ所の崩壊が生じたが、明らかに干ばつの影響ですべったと推定されるのは2ヶ所である。

このほかの上越農地事務所管内では干ばつの影響による地すべりは5ヶ所で、その平均面積は0.9haである。いずれも乾裂付近を頭部として地すべりを生じている。そのうち、2ヶ所は乾裂をブルドーザーで処理しているが深部まで達しているため、充分修復することができなかった。

能生町ではとくに1995年の3月10日から11日に地すべりおよび崩壊が多発した。融雪期での発生ヶ所数は32ヶ所と多いが、平均面積は0.08haと小さい。

名立町では法面崩壊が主体である。これは畦畔に生じた乾裂に降水が入り崩壊したものが多いためである。

各農地事務所管内の経営耕地面積に対する放棄田面積と干ばつ被害面積との割合はほぼ比例している。また、東頸城郡のように放棄田面積の広いところは天水田も多い。このようなところでは、干ばつが一因となっている地すべりも多い傾向が見られる。

しかし、放棄田については、被害報告がないので、地すべりの発生状況は不明である。中山間地であっても、放棄田や天水田が少なく、圃場整備率も84%と高い清里村では干ばつ被害も少なく、干ばつによる地すべりも1ヶ所と少ない。

5. 地域別の土質と乾裂の発生との関係

表-3に既存資料による各地層別の塑性限界 (PI) と 2μ 以下の粘土含有量 (CF) の平均値と5地点各地点とも3試料の収縮限界試験結果を示した。なお、椎谷層崩土のみ2地点であり、西山層崩土は2試料、同地すべり粘土は1試料である。

表-3 土質試験結果

地 層 名	能生谷層崩土	椎谷層崩土	西山層崩土	西山層地すべり粘土
収縮限界試験 試料採取場所	西頸城郡 能生町	東頸城郡牧村 松代町	中頸城郡清里村	
収 縮 限 界 (ws) (%)	21.8	20.6	20.6	16.3
体 積 収 縮 率 (C) (%)	9.5	38.7	17.2	42.0
既存資料による (上越地方) 塑性指数 (PI)	33.3 (19)	50.0※ (23)	40.94 (13)	77.8 (2)
2 μ 以下の 粘土含有量 (CF)	20.4 (14)	29.7※ (18)	26.6 (14)	41.0 (2)

() は 地 区 数
※は砂岩、泥岩互層は除き泥岩源のものに限定した

一般的な傾向について言及するには、収縮限界試験の試料数が少ないが、高塑性で、CFの高い粘土ほど収縮率が高いことがわかる。このことから、一般的に東頸城山地に分布する地すべり地の土は西頸城山地のものよりも収縮しやすく、干ばつの影響を受けやすいものと推定される。

6. まとめ

(1) 過去10年間の12月から5月にかけて発生した地すべり件数との関係を見ると、降水量および最大積雪深とは正の相関をし、夏季の降雨量とは負の相関をするが、余り強いものではない。4～5月に発生した地すべり件数と4月1日の積雪深とは高い相関がある。

(2) 2回の干ばつを含む5年間について上記の関係をみると、12月および1～5月に発生した地すべりは、夏期の降雨量との間に、明瞭な負の相関が見られる。

また、1～5月の降水量とも高い相関がある。しかし、3～5月に発生する地すべりと最大積雪深との相関はあまり強くない。

(3) 1994年12月から翌年融雪期にかけて発生した地すべりは同時期の降水量や最大積雪深(融雪量)との関係のほか、干ばつの影響を受けたものと推定される。

(4) 1994年の梅雨前線によって、とくに干ばつにより乾裂ができたところに崩壊が多数発生した。

(5) 昨年春に発生した8ヶ所の地すべりについて現地調査を行った。その結果、各地区とも乾裂の一部を頭部として地すべりを生じていた。

(6) 地元役場からの聞き取りの結果によると、一部例外を除いて干ばつ対策を行ったところでは地すべりを生じていない。

(7) 乾裂に融雪水等が入り、地すべりを生じたところは一部を除いて規模が小さい。畦畔に生じた乾裂を頭部にしてすべったものが多い。

(8) 放棄田の影響については不明である。ただ、放棄田や天水田が多いところでは干ばつ被害を受けやすい。

(9) 土質との関係をみると、高塑性で細粒分を多く含んだ土は収縮性が強く、乾裂ができやすい。したがって東頸城山地に分布する地すべり崩土は乾裂を生じやすい。

7. 参考文献

- (1) 高野秀夫、1960：地すべりと防止工法、地球出版、67～91
- (2) 中村浩之他、1973：雪の地すべりに与える影響について、
地すべり、VOL10, NO.1.
- (3) 青木滋、1983：融雪と地すべり、第22回地すべり学会研究発表予稿集、
地すべり学会
- (4) 青山清道他、1984：地すべりと雪との相関性に関する一考察、
第23回地すべり学会研究発表予稿集、地すべり学会
- (5) 中村浩之他、1985：融雪地すべり発生予測の一方法、
第24回地すべり学会研究発表予稿集、地すべり学会
- (6) 小林修一他、1986：融雪地すべりについての概要、自然災害科学 5-1, 1-8

インドネシア砂防技術センタープロジェクト

新潟県土木部 新井砂防事務所
平野 幸生

はじめに

平成6年4月18日にJICA（国際協力事業団）から地すべり対策の長期専門家として、インドネシア共和国のジョグジャカルタ特別州にある砂防技術センター（以降STCの略称を使用）に派遣され2年の任期を終了し、先日、4月17日に帰国しました。この間、海外生活初めての私のSTCでの活動および滞在中に体験した事などを含め海外技術協力の現状をできるだけ忠実に記すことします。

この報告が近い将来、若手の技術者の海外技術協力の一助になれば幸いです。

1. 砂防技術協力の経緯

インドネシアは、環太平洋火山帯に属し、129もの活火山を有している。また気候は、熱帯性で雨期と乾期のみに分かれるのみで、年平均降水量は、約2,000mm、スコール性の雨が多い。インドネシアにおける土砂災害は、火山噴火に伴う火砕流、熱雲等による1次災害、山腹に堆積している火山噴出物が雨期の降雨によって引き起こされるラハール（火山泥流）の2次災害に特徴づけられる。砂防事業の対象は、主にこのラハール（火山泥流）である。又、近年、国土開発の進捗と歩調を合わせるように、地すべり、崖崩れ、土石流といった非火山地域の土砂災害も頻発している。特に地すべり災害が頻発しており、スマトラ島西部では断層や破砕帯周辺で、ジャワ島西部では第三紀層で多発している。イメージ的にスマトラの地すべりは、日本の四国高知、ジャワ島は、新潟県や長野県のような形態と言える。

インドネシアへの砂防技術協力は、1970年から本格的に始まっており、ここジョグジャでは、プロジェクト方式の技術協力が1982年からスタートしています。第一期目のプロジェクト（VSTCプロジェクト）は、火山砂防を対象に1990年まで約8年間にわたり火山砂防技術センターにおける約500名の技術者の研修や現地に適した技術の開発・研究がなされ、火山砂防技術の啓蒙普及に寄与した。VSTCプロジェクトでの主な技術開発・研究項目は、砂防ダムの計画・設計、ラハールの警戒・避難基準雨量の検討、レーダーテレメーターシステムの整備、屋内水理模型実験施設での基礎多岐実験、蛇籠工法の検討等、である。いわゆる火山砂防技術や砂防の基礎知識の移転であった。これらの研究成果は、インドネシアの

みならず日本の火山砂防、特に雲仙・普賢岳の対策工にも大いに活用されている。

しかしながら、前述のように地すべり、崖崩れ、土砂流出による幹線道路の寸断、灌漑ダムへの土砂堆積問題等、又、砂防技術について理論上は概ね理解されたが、現場への適用方法の確立を主眼にプロジェクト方式技術協力要請がなされ、火山砂防から総合的な土砂災害に対する一般砂防へと対象を拡大するため、1992年2月26日に日・伊双方が砂防技術センター（STC）の設立に合意し、1992年4月1日から5年間の予定で新プロジェクトがスタートした。この2年間は、折り返し点であり評価するための各種の試験施工の年でもあった。

2. STCプロジェクトの概要

STCプロジェクトの活動内容は、技術開発、研修、広報の三つに大別され、次の通りである。

1) 技術開発

総合的な土砂災害に対処できるように地域経済社会の実態に即した現実的・実用的な技術開発を行うために、現地試験施工や各種実験を取り入れ、インドネシアの自然社会経済及び環境を考慮した最適工法を開発し、マニュアルやガイドライン作成などの基礎資料を得る事を目的としている。

- (1) 荒廃地における土砂生産抑制のための山腹工
- (2) 流出土砂から農業生産施設を保護するための対策工
- (3) 砂防施設の多目的利用
- (4) 地すべり対策
- (5) 砂防施設の維持・管理手法の確立
- (6) 土石流・泥流対策
- (7) 泥流予警報システムの確立
- (8) VSTC時代の技術開発項目のフォローアップ

2) 研修

(1) 公開コース

年2回、全国の砂防プロジェクト実施箇所において主に地域代表者、地方公務員から参加者を募り、砂防事業の意義を広報することを目的としている。ソフト対策として避難訓練なども実施

(2) 砂防技術コース

年一回1ヶ月半の期間で、大学関係者、公共事業省やその他官庁の職員、民間会社の技術者を対象に講義や実験、演習を通して砂防技術に関する基礎的な知識や技能を習得させることを目的としている。

(3) 応用砂防コース

年一回6ヶ月以上の期間で過去にS T Cで研修を受けた経験のある技術者5人を対象として、土砂災害の問題を抱えている現場において調査から対策工設計までできる技術者を育成することを目的としている。研修終了時には、同じ問題を抱える他の事務所職員を交えてセミナーを開催し技術の向上・普及を図っている

3) 広 報

前プロジェクトで得た有意義な調査研究結果及び今S T Cにて得た結果をより積極的に全国に啓蒙普及するために、セミナー開催、技術資料やS T Cニュースの発行、各種パンフレットの作成、データベースを利用した災害データや砂防構造物台帳の整理を目標としている。

以上、盛りだくさんな内容となっているが、技術開発課、研修課、広報課、総務課、総勢100名近い職員と私共J I C A派遣長期専門家としてチームリーダー、調整員、専門家2名計4名の日本人とそして秘書2名計6名のJ I C Aスタッフが加わり、それぞれの課題に取り組んでいる。以下に2年間の活動内容を紹介する。

3. 1994、1995年度活動内容

1) 技術開発活動

技術開発活動は、フォローアップ項目も含めて8テーマ10項目からなり、その活動は多岐にわたっている。基本的には前述のとおり、前任者が計画した全体計画に一部修正を加えながら短期専門家と共に活動してきた。ここでは、私が担当した項目について記述する。

(1) 地すべり対策

インドネシアに於いて、地すべり対策は未経験の分野であり現場調査から計画立案・設計・施工と現場中心にして一環した地すべり技術の移転を図るものである。これまでに、地すべり観測機器の設置及びその解析法については既にC/Pに理解されている。また土質試験（一面剪断試験、三軸圧縮試験及びその解析法）が指導されている。94年、95年にやった主な指導は、調査関係では実際にボーリング機械を使用しての現地でコアボーリング調査、地下水検層調査、弾性波探査及び電気探査、室内試験としてリング剪断試験を指導した。日本の地すべり危険箇所調査要領（英訳済み）に基づく実体視鏡を利用した航空写真判読及び危険箇所調査書作成を指導する。さらに応用砂防コースでの成果を利用したの水平ボーリング試験施工や法枠工の設計及び施工を指導した。試験施工地及び法枠工の材料については決定していたのでそれに従うこととした。

試験施工地がジャワ島に集中しているので、異なるタイプの（例えば構造線によ

る) 地すべりについて指導すべく、スマトラ島及びジャワ島の代表的な地すべり地をC/Pと共に調査し現地にて討議・検討を実施した。以下に各地域での活動を記す。

a. ハウゼア地区

94年度に応用砂防コースの成果を利用し、地下水検層調査を実施する。その後地表排水路工(開暗渠工)と水抜きボーリングの試験施工を実施。

95年度はこれらの対策工(抑制工)の効果判定を動態観測によるデータを用いて、検討する。

b. ジャディグディ地区

多目的ダムを計画している区域であり、そのアクセス道路周辺、ダムサイト周辺で地すべりが多発している。地質構造は第三紀層の泥岩・粘土層の上に火山噴出物が堆積しており、地すべりはこの境界で発生していると思われる。

94年度はインドネシアに適した法面保護工及び法覆工(芝工)の開発のために3種類(メタル、プラスチック、木製)の法枠工を完了した。現在、各法枠工の性状を観測している。

また、航空写真を利用し地すべり危険箇所図の作成手法をチマヌク事務所所員も含め技術指導をした。同事務所はアクセス道路周辺の地すべりに対し対策工の実施を計画しているので、対策工についての指導、これら地すべりに対する効果的・有効的な動態観測手法をの指導した。更にダム貯水池内に潜在する地すべりの危険箇所図を作成する計画である。基本的対策工についての助言はしてあるが、95年度以降に新しい航空写真を撮影後マップ作成依頼すると思われる。これに対して積極的に対応していく必要がある。

c. カリバワン地区

① 8 km 地点

94年に地すべりが発生し、灌漑水路が被災した。灌漑事務所は、応急対策(硬質ビニールシートにて水路確保)を施すと共にガジャマダ大学にボーリング調査を依頼する。調査は実施されたが、ボーリング孔は埋められ、コア等の資料も入手出来ない。STCでもコアボーリング調査の指導を計画していたので、調査現場をこの地点に決定し、ボーリングも地すべりの主側線上かつガジャマダ大学で実施されたボーリング調査孔を考慮し実施した。特に、機械操作法、コア採取技術、コア保存法を重点に置き指導した。

95年には、供与器材の到着に併せてこの地にて弾性波探査・電気探査を実施探査技術及び解析技術を指導した。

② 12 km 地点

93年度に伸縮計、傾斜計、歪計、雨量計、自動水位計が設置された。94年度も継続観測中である。伸縮計については度々破損し修理を施すが小動物の行為によるのか人為的なのか判断できないが、どちらにしてもデータの信憑性は薄い。95年度には8kmと同様に弾性波探査・電気探査を実施した。

d. その他

95年度、スラユ事務所よりタマンウィナンギ地区の河川沿いに発生した地すべり及びアチェ州のブランケンジェラン地区の地方道路沿いに発生した地すべりの対策工に対する指導・助言の依頼を受け、現地調査に出かけアドバイスをした。

(2) 多目的砂防ダム

インドネシアでは予算的にも砂防だけの目的で、砂防工事を実施することは困難である。砂防施設に取水施設・橋梁機能の付加等他の目的の施設と兼用して設置することも必要である。その際砂防本来の機能を損なう事なく他の目的を効果的に達成するための検討が必要である。

産業・生活に必要な用水の確保、とりわけインドネシアの基盤産業である農業用水の確保、山間部等の電力未供給区域においての小水力発電への対応等多目的に砂防施設を利用（特に水利用：取水機能）する際の調査、施設計画・設計についてガイドラインを作成するものである。

94年度は前年度より行われている現存の砂防施設からの取水施設（農業用水）に関するデータの収集を継続すると共に、スメル、クルー、メラピー火山区域内にある現存の取水施設を調査し灌漑用取水施設構造について指導した。

95年度には、水利用（小水力発電・灌漑・飲料水・生活水等）を図る際に必要な取水施設の計画、設計の際の基本コンセプト、調査法、計画立案手法、設計法について指導した。

(3) 土石流対策（主に試験施工）

a. ダム天端保護対策工

VSTC時代に砂防ダム天端保護対策として、耐摩耗性の高いコンクリート配合を検討し現地試験を行っている。STCプロジェクトでは、更に、鉄板・ラバーシート・鉄粉コンクリート、グラノシリシックコンクリートというインドネシアでは使用例の無い或いは少ない材料を使用し試験施工を行い、天端保護効果、施工性、経済性を検討する。もちろんこれら材料は高価であるが類似資材の適用検討など新材料開発の基礎資料を得るものである。

試験施工地をスメル火山のKobokan No. 5砂防ダムに決定する。同砂防ダムは、副ダム天端を道路に利用する多目的砂防ダムとして計画され、構造は4カ所の開口部を有するスリット砂防ダムで各スリット毎に水通し部の材料を変える計

画である。

94年2月のスメル火山において噴火、大火砕流が発生し6名が死亡、大量の火砕流堆積物により施工中のダムが埋没した。中間評価ミッションにより94年度の雨季明け後の現地調査を以て試験施工サイトを決定する事の助言を戴いた。

95年6月に現地調査を実施し、河床の低下傾向などを確認し試験施工地を予定どおりK o b o k a n N o . 5にて実施する事とし、予算、工程についてスメル事務所と協議、打ち合わせ工事を再開する。

しかし、7月22日、大火砕流が再度発生したので、再度、8月14日15日と現地調査を行う。土砂災害を防止・軽減するには同ダムの早期完成が急務である。また、天端保護工に関する試験施工の早期完成と観測によるデータ収集・効果評価などの期間を考慮し当初設計とおり施工することに決定した。

10月の供与機材到着に合わせ、施工計画どおり試験施工を実施したが、例年より早い雨季の到来となり、夜半からの降雨によるラハール発生に度々、手戻りを余儀なくされた。これに対応すべく、締切りダムの高さ、幅を増やす等の対策を講じたものの予想以上の規模のラハールに既に設置した型わく共々ラバースチールの一部が流失した。このため当初設計を変更し、残量を考慮し立上がり部2mを1mに変更し工事を完了させた。

b. 砂防ダム下流局所洗掘対策

92年度に局種洗掘対策の試験施工地として、当時河床洗掘の激しかったスメル火山K o b o k a n 7号砂防ダムに決定した。しかしながら、94年2月の大火砕流及びその後のラハールによりダムが埋没した。このため、95年雨季後、早期に河床低下の激しく、かつ河川左岸側に灌漑施設を有するTenggenn C D - 1の砂防ダムに試験施工地を変更し、再度ブロックの設計をやり直した。

(4) フォローアップ

a. ダム天端摩耗対策工（コンクリート品質改良）

V S T C時代からの砂防ダム天端強化対策の課題において、耐摩耗強度の高いコンクリートの配合を開発する目的の継続である。93年度までは、メラピー火山区域の試験施工地の定期摩耗量測量を実施して来た。またラハールの発生回数と摩耗量の関係調査などを実施している。

94年度は、スメル管内にて2カ所にて試験施工を実施する。

95年度には、定期測量と上流域の河川勾配と河床材料の粒径を調査し河川流況の相違に着目し解析に資する基礎資料を得る。

b. 蛇籠工

V S T C時代にも既に試験施工が行われているが、その効果を使用出来る範囲、期間、強度などについてガイドライン／規格を作成しようと考えている。既に蛇籠

作成については、インドネシア側は製作技術を習得済みである。

94年度に詳細設計及び、蛇籠製作完了させ、スメル事務所に送付したが、災害対応にて試験施工予算を流用したため施工出来なかった。概略・詳細設計は長期専門家が作成した。

95年度には当初、予算が付かないとのことで事務所と協議し、一部詰石材料費を補助して試験施工を実施した。しかし、予算的な制約もあり93年度に計画した施工地を変更して再度計画が見直された。

2) 研修活動

(1) 公開コース

地域のリーダー及び地方公共団体に勤務している職員あるいは砂利採取業者に土砂災害の未然の防止と復旧概念など、これらの目的と効果を紹介し事業の必要性を講義と現場見学を通じて広く研修するコースで有る。

94年度は、スメル火山周辺にて

第一回：9月28日～29に70名の参加にて実施した。

第2回：1月24日～25日に1000名の参加にて、避難訓練を中心に実施した。

95年度は火山区域のみならず非火山区域にての実施を検討し、第一回を後述する2日STCの日程と合わせ西スマトラのパダン市にて70名の地元住民の参加にて実施した。第2回は、3月13日～14日の両日にSTC及びメラピー山麓にて61名の大学生の参加にて実施した。

尚、講義などはすべてインドネシア語で行われるためインドネシア人講師に任せてある。

(2) 砂防技術コース

本コースは、官民の技術者、大学関係者等20人前後を対象に土砂災害と復旧事業に対する一般的な知識と実践技術を習得させ、中堅技術者を育成する一か月半の研修である。研修の実施についてはインドネシア側が研修計画の作成・運営をおこなっており、特に問題ないが、カリキュラム及び内容についてチェックしアドバイスするようにしている。94年度は、7月5日～8月13日まで22名の参加者で実施され、「道路と砂防」「地すべり対策」「貯水池堆砂対策」の講義は短期専門家により講義された。また、95年度は、7月5日～8月11日まで21名の参加者で実施され、「道路と砂防」「貯水池堆砂対策」は、インドネシア人スタッフにより講義が成され「地すべり対策」と新規に追加された「砂防と環境」については、短期専門家により講義された。大学及び民間からの参加者を募るよう配慮している。

(3) 応用砂防技術コース

本コースはV S T CあるいはS T Cの砂防技術コースを終了した中堅技術者を対象に、現地調査を通じて、対策工計画、設計などの高度な知識及び実践技術を習得させる（上級技術者を養成）ものである。期間は6か月以上でS T Cでの講義と現地での実習からなり、研修終了時に関係事務所から技術者を集め発表会を行い技術の普及を図るようにしている。

94年度は「土石流対策」95年度は「貯水池堆砂対策」をテーマとして実施された。

95年度には96年度のテーマ「多目的砂防ダム」のスタディサイト調査を実施した。M/Uには暫定的に箇所が記述されているが、イ側の要望及び状況・情勢が変化しているので、事務所の協力体制、課題に対する優先適地、研修生5名の確保等考慮し検討した。候補地を2カ所に絞り込み協議中である。

研修生は通常の仕事をしながらの研修であり、研修期間を考慮しても日程通り進まない事も考慮にいれて余裕の有る日程が要求される。研修課ではS T C独自の応用砂防コースを実施している。ちなみに95年度はアンボン市内において「土石流対策」をテーマに実施された。このことから、企画・運営については問題無いと考える。

(4) 第三国研修

S T Cプロジェクトとは、直接関係ないが毎年10月上旬から一か月間近隣のアセアン諸国及びイ国から20名前後の参加者で、砂防技術コース程度の研修をインドネシアが主体となって行っている。

94年度に「道路を守る砂防」で講義をする。95年度には、C/Pが講義できるよう指導すると共に、講義中に行われる質疑応答には参加するようにしている。

3) 広報普及活動

(1) セミナー

a. 国内セミナー

砂防に関する知識、技術の普及や意見交換をつうじて砂防技術者の土砂災害に対する意識、知識の向上を目的として、年1回4日間の日程で開催する。参加者は、大学関係者、公務員、民間の技術者で60名以上を予定している。

94年度は12月19日から22日まで115名の参加者で「環境と砂防」のテーマで開催した。国内各地の実情報告、意見交換が活発に行われた。

b. 国際セミナー

94年度3月20日から24日、ネパール砂防技術センター（DOTC）で開催された国際セミナーに参加しC/Pと共に「低コスト建設」について発表した。また、セミナー閉会式において95年度インドネシアにて第3回を開催する旨を公表する。

95年度は、第1回、第2回のセミナーでの意見交換の成果を踏まえ、11月6日～9日のセミナーに先立ち、5日に国際砂防ネットワーク構築と具体的活動について各国からの専門家及びC/Pが参加し議論を通じて

1) News Letterの発行及びコンタクト機関・氏名を登録する。

発行についてはインドネシア（STC）がコアとなり各国からの情報を得て編集発行し各国に配布する。

2) 次回開催は、ネパール（DPTC）にて開催することを確認する。
を決議し、具体的活動（現段階で成し得る活動）を確認した。この議事録を即日、参加者に配布した。

今国際セミナーの具体的成果として“Yogyakarta Declaration”を提言し、国際機関を含む各参加国のC/P及び専門家より宣言内容について意見を戴き、閉会式にて採択発表する事ができた。

（2）出版物

STCの活動内容や成果を関係機関に広報するために、年にいくつかの出版物を発行している。

94年度はSTCニュース5、6号、その年のSTC活動報告を1回、短期専門家レポート集（年1回）を発行した。

95年度にはSTCニュース7、8号、STCリーフレット、砂防インドネシア改訂版、STC活動報告集、短期専門家レポート集を発行した。

当初、技術メモを94年度にインドネシア版「土石流危険渓流箇所作成要綱」、95年度「地すべり危険箇所調書作成要綱」を出版する予定で有ったが、完全にまとめきれずに次年度への繰越しになってしまった。

STCニュースの内容、原稿依頼についてはこちらから催促してはじめて腰を上げる程度である。最終的には専門家が決定し、依頼する形となってしまった。

（3）2日STC

94年度の合同委員会に提案され基本的合意を得た、「土砂災害の対策に砂防に関する知識、経験のないために十分な取組がなされない地域を選定し、そこでの具体的な問題点についてSTCの技術者がアドバイスを与える」ことを目的とした2日STCを95年度1月8日、9日に西スマトラで開催した。効果的な砂防技術の普及とSTCの活動を広報するに有効的な方法と言える。両日には、パダン州地方建設局、建設事務所、学生及び民間コンサルタントより200名が参加しSTC活動報告、パネルエキシビジョン、総合土砂災害対策について質疑応答が成された。全国紙及び地方紙にも取り上げられた。

4. 考 察

これまで、S T Cの活動内容について述べてきたが、最後に2年間特に感じた事を記す事にする。

(1) 基礎データの収集困難

技術開発を推進するには、実験・試験、そして現地調査からの情報、データの蓄積が必要である。この現地調査において最低必要なデータは、地形図、地質図、河川流況データ、雨量データ等である。そして、技術項目によっては、航空写真等も必要となる。航空写真は軍管理にて入手は容易でないと推察できる。しかし、この基礎データがなかなか集まらないし、調べもしない内に「無い」の返答がくる。

又、現地調査において現地にて資料をコピーする際、C/Pは「支払いはJICAでお願いできないか？」と聞いてくる。自分の業務／研究なのにJICAの為に仕事をしているような言い方である。いずれにしても、各設計の前提となる基礎データの収集、整理、分析がない状態では良い計画は策定出来ない事を認識し改善すべきである

(2) データの共有化

同一技術開発項目においてC/Pが、それぞれ収集した調査資料を簡潔にまとめて関係者にデータを提供するという作業がほとんどされない。これは、データーを生かそうとしていない証しであると考ええる。C/Pが机上検討でヒット&トライの検討方法が出来ないのは、このようなデータの共有化がされていない証明である。これらを改善するためにも、従来より行われているデータベースの構築と併せてC/Pが共通の認識に立つことが第一である。

(3) 現場調査及び試験機の活用と予算

前述したが、インドネシアでは、雨季に地すべりが多発する。地すべりは、一つ一つを観ると、それぞれの様相に違いがある。そこで、スマトラ等で発生した地すべりなどは除いても、S T Cがあるジョグジャ近隣に発生した地すべりについては、極力、現地調査を行うよう指導している。C/Pも積極的に現地踏査を望むが、出張費がないとのことで断念している状態である。いかにこれらの調査費（交通宿泊費等）を捻出するかが大きな障害となっている。昨年度は関係プロジェクトより調査依頼レターを戴いて、現地調査、対策工の提言をするような形で対応したが、今後の継続的運営を考慮する必要がある。供与された試験機（特に、三軸圧縮試験、三連圧密試験、リング剪断試験機）の有効活用である。指導時以降は、使用が成されない傾向にある。

昨年度、これらの機器の取扱責任者をきめて操作、メンテナンスに責任をもたせようと努力した。しかし、これらを使用する機会を与えなければと考え、現場調査の度に（地すべり調査以外）にサンプリングし試験するよう指導した。また、大学（工学系）関係者にS T Cで保有／使用している土質試験機の説明と学生（が望むなら）指導できる旨ををアピールして来た。何回も試験することにより操作法はもとより解析技術が向上することを強調してきた。今後はコンサルタントからの依頼に対し対応できる体制づくりが必要である。

おわりに

赴任しての1年間、無我夢中でした。JICAの研修所で3週間ばかり研修を受ただけでSTCプロジェクトの内容に対して十分な知識・準備期間も無く着任した。今回のプロジェクト設立の背景、仕事の内容熟知そして指導の着地点を定めるのに3か月以上を要し、事前調査の大切さを痛感した思いである。

1994年11月22日、70名の犠牲者をだしたメラピー火山の火砕流、スメル火山の火砕流災害をはじめ雨季になると毎日のように新聞に掲載される地すべり関連記事、かつて経験したことのない規模の土砂害を目のあたりにして自然の脅威に啞然とするだけである。一方、日本に目を向ければ、阪神大震災の惨事や新潟県においては、7月11日の上越・糸魚川地方のかつてない未曾有の大災害のニュースに接し、我々、防災関係者は災害を未然に防ぐと共にダメージを最小限に食い止めるためのより一層の努力を展開する必要がある。

今後地方自治体による海外技術協力事業は、確実に増加していく傾向と思われる。新潟県の官民が一体となって積極的に国際協力の取組みの枠組みに参画し、新潟県が共に培ってきた技術を防災技術のみに止めず、環境・都市政策部門にも広げて若手の技術者が海外で活躍できる体制作りが必要である。

異文化（文化・宗教）の世界に接しかつ仕事を通して物事の考え方、取り組み方の多面性を勉強させていただいた。技術移転は、“焦らず、諦めずそして侮らず” “語学力が優れている方が有利である。しかし、語学力は指導活動にとって必要条件であるが十分条件では決していない”と確信する。

技術移転にどれだけ貢献できたか判りませんが、インドネシア人はもとより世界各国のたくさんの友人ができた事で技術協力に少しでも貢献できたと考えたい。

最後に私にこのような貴重な機会をあたえてくださいましたインドネシア共和国JICA、建設省そして新潟県土木部に感謝いたします。