第８回研究集会プログラム

期　日　昭和62年７月16日（木）～17日（金）

会　場　郡山市民文化センター

テーマ：農地造成における設計施工と保全

Ⅰ　研究発表会

1）	部会長挨拶	９：30～９：35	東京農工大教授	穴瀬　　真
2）	来賓祝辞	９：35～９：40	東北農政局建設部長	中島　　均
		９：40～９：45	農用地開発公団	北村　純一
3）	歓迎の辞	９：45～９：50	福島県農地林務部	田内　　堯
4）	農地造成における課題	９：50～10：35	新潟大学農学部	長﨑　　明
5）	南米・アメリカに於ける土壌侵食と土壌保全	10：35～11：20	㈳国際農林業協力協会	木内　知美
6）	水路溢水防止のための急流工の設計	11：30～12：15	農業土木試験場水工部	中　　達雄
7）	昼　食	12：15～13：15		
8）	矢吹地区農地開発事業における農地保全について	13：15～14：00	東北農政局矢吹開拓建設事業所	今野　　久
9）	三春南部地区における改良山成工と保全について	14：00～14：45	福島県田村ほ場整備事務所	福地　次雄
10）	草地造成の設計・施工改良山成工の課題	14：45～15：40	農用地開発公団	宮田満寿雄
11）	総合討論	15：40～17：10	各講師	

Ⅱ　懇　親　会　　17：30～19：30　　於　郡山グランドホテル インペリアホール

Ⅲ　現地見学会　　昭和62年７月17日（金）８：30～17：15

コース　国営農地開発事業郡山東部地区、県営農地開発事業三春南部地区現地研修

目　　次

あ　い　さ　つ

農地保全研究部会長　穴　瀬　　真……1

1、農地造成における課題

新潟大学　農学部　長　﨑　　明……3

2、南米・アメリカに於ける土壌侵食と土壌保全

(社)国際農林業協力協会　木　内　知　美……13

3、水路溢水防止のための急流工の設計

農業土木試験場　水工部　中　　達　雄……23

4、矢吹地区農地開発事業における農地保全について

東北農政局矢吹開拓建設事業所　今　野　　久……35

5、三春南部地区における改良山成工と保全について

福島県田村ほ場整備事務所　福　地　次　雄……44

6、草地造成の設計・施工改良山成工の課題

農用地開発公団　宮　田　満寿雄……56

ごあいさつ

農業土木学会農地保全研究部会

部会長　　穴瀬　真

農地保全部会の研究集会をここ郡山市において多数の参加者をえて開催することができますことは、私共にとりまして大きな喜びであります。

顧みますと、研究部会が発足し、第１回の研究集会が開かれましたのは昭和55年で、以来農地保全に関するいろいろな問題について討議を重ねて参りました。年々参加者も多くなり、部会活動も発展して参りましたこと真に御同慶のいたりに存じます。

この研究集会の特色は他の部会と異なって、土地改良技術者が大半であり、いかにも現場技術者の部会であり、新しい土地改良技術のための研究集会であるところに特色があり、多数の技術者を有する農業土木学会の部会行事としてふさわしいものといえましょう。

これまで農地保全と水食、農地保全の諸問題、農地保全対策、生産環境保全とその対策、風土の面から、災害と農地保全、そして昨年が土地生産力と農地保全というようにメインテーマを定めて御講演を頂き、さらに討議を重ねて成果をあげて参りました。

本年はご案内のとおり農地造成現場に直結した「農地造成における設計施工と保全」をテーマとして集会を開催することになりました。

先ず基調講演として農地造成における課題についてお話頂き、次に国際的な土壌保全の問題について南米、アフリカの調査事例をお話頂き、今問題になっているサハラ砂漠の南下などにも触れて頂くことになっています。以下現場の問題として農地造成地における急流工溢水の問題、矢吹開拓事業における造成と保全、福島県三春南部地区における改良山成と保全、農用地開発公団における草地造成の設計施工上の問題点等について御講演を頂くことになっています。いずれも現場に直結した面からの造成と保全のためのアプローチと申せましょう。

今農業は国際的に重要な問題が投げかけられています。農産物の自由化等の問題があります。農産物価格及び農家の経営をめぐって情勢は厳しく、さらに農業に対する補助問題にも及んでいます。従って、農地造成においても厳しい情況下にあり、低コストでしかも保全性のある農地造成が求められています。このような圃場造成を追求することは我々の土地改良技術に携わる者の義務であろうかと考えられます。この時に当たり造成、保全の為の集会をもつことは大きな意義があると信じます。集会を契機にまた一歩新しい進展が期待されるのであります。

この研究集会を行うに当たり、地元福島県農地林務部の方々には並々ならぬ御世話を頂き、また東北農政局建設部、農用地開発公団の方々にもひとかたならぬ御協力を頂きました。記して厚く御礼申し上げる次第です。

農地造成における諸課題
改良山成り工に対する農家意向調査からみて

新潟大学農学部　長崎　明

昭和58年から10年間の第3次土地改良長期計画において約50万haの農地造成が見込まれているが、国内の開発可能面積の87%が中山間地帯にあるため、造成工法として改良山成り工が主流を占めつつある。これら造成事業地区の全国レベルでの実態については、昨年の第7回本研究集会に発表された[1]が、筆者は現在新潟県内の一事業地区を対象にドリル的な調査研究を実施中であるので、その過程で得られた知見を報告する。

1. 調査地区の概況

新潟・長野県境のN事業所K工区は魚沼丘陵の最上段に位置し標高1000m前後で冬期積雪が5～6mに達する火山灰土壌地帯である。農地造成は昭和54年から59年の間に行われ、工法は、表土剥取り後、急勾配の波状地形を切盛工（土工量1,310m³/10a）により1耕区1haないし50aの畑地と耕作道の造成（一次造成）を実施し、翌年度に道路の砂利舗装，法面整備，畑面均平を行い、リッパーによる土層改良とタンカル、堆肥散布（二次造成）の後、1～2年内に農家配分を終わるものである。

2. アンケート調査の結果

K地区（約70ha）の関係農家41戸，回答農家28戸（68.3%），関係耕区120区，回答農家の耕区64区（53.3%）。

(1) 家族構成と経営面積

回答農家の家族構成は表1のとおりで、女が多いがその大部分は家事と自宅近くの農作業に従事しており、農作業、とりわけK地区関係の作業は圧倒的に男が多い。このような男子労働の活性化は、開畑による増反地にとどまらず、請負耕作による経営面積の増大をもたらしている（表2）。さらに、表3によれば回答農家1戸平均所有農地は田106a，畑169a，計275aで、畑のうち159a（94%）はK工区に保有しており、請負耕作を加えると田124a、畑184a，計308a（33a増）に達している。開畑が地域の労働力を活性化し、自立経営農家の育成に役立っているものと思われる。

表1　回答農家の家族構成（人，%）

	28戸合計			1戸当り		
	男	女	計	男	女	計
家族数	58	72	130	2.1	2.5	4.6（100）
農業従事者	38	35	73	1.4	1.2	2.6（56）
うち小松原	26	12	38	0.9	0.4	1.3（29）
農外従事者	10	5	15	0.3	0.2	0.5（11）
家事従事者	0	31	31	0.0	1.1	1.1（24）

表2　所有・受委託・経営面積（a）

	田	畑	計（農地）	山林
所有	2959	4738	7697	2162
受託	568	795	1363	0
委託	57	377	434	0
経営	3470	5156	8626	2162

（注）28戸合計面積

表3　1戸平均所有・経営面積（a）

	田	畑	計	うち小松原	山林
所有	106	169	275	159	77
経営	124	184	308	159	77

(2) 土地条件と通作条件

農地の1筆面積別の筆数を表4に示す。田は計470筆で、うち10a以下が67%を占め、10～20aの32%を加えると、20a以下が99%になる。これに対して畑は10a以下が29%，30a以上が43%を占め，93筆のうちK地区が81筆に達している。1筆平均面積は田が7.4aに対し畑が23.9a，平均11.2aであり、K地区では1筆平均54.8aにもなり、これが畑の筆面積増に大きく寄与していることが知れる。また、1戸平均筆数は田が16.8，畑が7.7，計24.5であるが、K地区に所有する筆数は1戸平均で畑2.9にすぎず、さらに、団地数でも全農地が1戸平均9.3カ所に対し、K地区は2.2カ所にすぎない。これらからみて、本地区の開畑が経営規模の拡大のみならず、団地規模の拡大にも有効であったといえる。

表4　回答農家の筆数　(筆，%)

筆面積(a)	田(筆)	比率(%)	畑(筆)	比率(%)	田畑(筆)
～10	315	67	62	29	377
10～20	149	32	37	17	186
20～30	6	1	24	11	30
30～	0	0	93	43	93
計	470	100	216	100	686

表5　通作距離別農家数(戸)

通作距離	N村	T町	計
～10km	0	8	8
10～15	5	4	9
15～20	5	1	6
20～	2	0	2
平均距離	16.7km	8.3km	12.3km

しかし、他方、その通作距離をみると表5のとおり、全回答農家平均で12.3km，とりわけN村からは16.7kmに達している。そのうえ、集落からの標高差は数百mにも及ぶので、通作に

は全て自動車が使われており、通作時間30分以上の農家が1/3となっていることからみて、開拓道路の重要性が大きい（表6）。したがって、道路整備の希望も多い。

表6　通作時間別農家数

通作時間	中里	津南	計
～30分	5	13	18
30～60	9	0	9
60～	0	0	0

(3) 畑面の排水不良，法面の崩壊

回答農家28戸中25戸（89%）が畑面の排水不良を訴えている。工区別・切盛土部別に排水不良の耕区数を表7に示す。排水不良耕区数は86名に達し、その1/2，43%は畑面の盛土部で起こっている。切土部，切盛境界部は排水不良が比較的少ない。また、畑面排水不良耕区の多くは、その谷側の法面が崩壊している。

表7　K地区畑面排水良否別・工区別耕区数

工区名	総耕区数	排水良好耕区数				排水不良耕区数			
		切土部	境界部	盛土部	計	切土部	境界部	盛土部	計
その2	23	0	2	0	2	5	3	13	21
その4	10	0	0	0	0	3	4	3	10
その5	10	2	0	0	2	2	1	5	8
その6	20	3	1	1	5	3	6	6	15
計	63	5	3	1	9	13	14	27	54
比率(%)	100	8	5	1	14	21	22	43	86

法面を形成する切土部，盛土部，地山部の組合わせによって法面を図1のような6つのタイプに分類し、この法面型と法面崩壊箇所数との関係を表8に示す。B・C型が41%を占め、次いでB・B型27%，B・G型24%で，法面の上部に盛土部を有するものが計92%を示す。これらの型は改良山成り工による法面の最もオーソドックスのものなので、それだけ崩壊事例も多く見

られるともいえそうであるが、いずれにしろ、農家の回答によって、こうした現象を明示し問題点を指摘しえた点は評価されて良い。

図1

地山部、切土部、盛土部の組合わせによる法面型

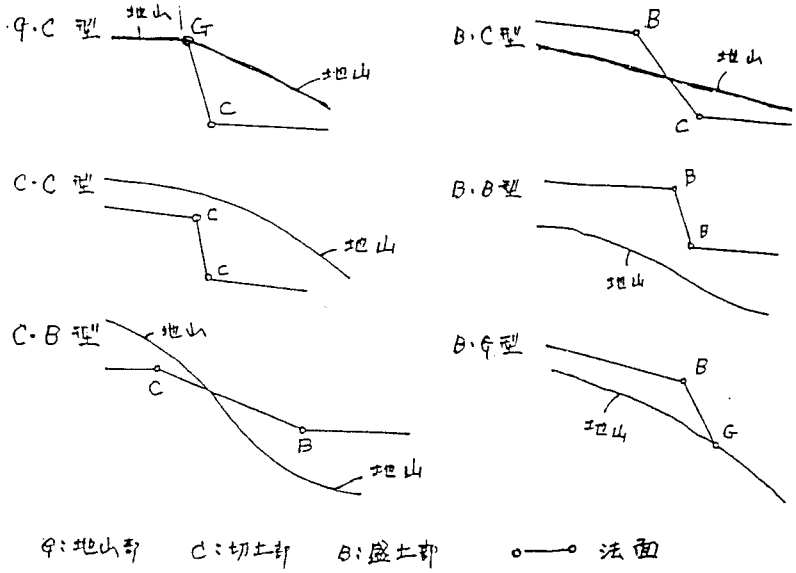


表8

法面型別・工区別・法面崩壊箇所数　（カ所，%）

法面の切盛	工区名 その2	その4	その5	その6	計	比率 (%)
G.C	0	0	0	2	2	2
C.C	1	0	0	2	3	3
C.B	0	0	1	3	4	3
小計	1	0	1	7	9	8
B.C	6	1	24	17	48	41
B.B	4	4	7	22	31	27
B.G	3	2	9	14	28	24
小計	13	7	34	53	107	92
合計	14	7	35	60	116	100

(4) 畑面排水不良の時期と農作業

本地区の農作業適期は6月から9月までと極めて短いので、その時期の畑面排水不良はたとえ期間が短くとも機械作業に決定的ダメージを与える。畑面の排水不良を訴えた農家戸数を6月上旬から9月下旬までの旬別にまとめると表9のとおりで、6月下旬

と7月上旬の2旬に33名が集中している。この時期は大根，白菜，レタス，カンラン等の耕起，整地，うね立て，播種，定植等の春作業の最盛期に当たり，さらに梅雨期の天候不順な時でもあるので，農家からみて，排水不良が最も苦痛となるのであろう。物理的な排水不良現象と農家から見ての排水不良との間には，かなり複雑な要因がからみ合っていると見るべきである。

表9　排水不良を訴えた農家の旬別戸数　（戸）

月	6月			7月			8月			9月		
旬	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
戸数	5	9	12	10	7	8	3	4	4	1	2	1
計	26			25			11			4		

（複数回答）

表10　排水改良対策別戸数　（戸）

	N村	T町	計
排水小溝	9	7	16
弾丸暗渠	9	6	15
サブソイラー	1	5	6
簡易暗渠	2	2	4
その他	0	1	1

（複数回答）

(5) 排水不良対策

畑面の排水不良対策として，①圃場排水用の小溝，②トラクターによるサブソイラー，③弾丸暗渠④簡易暗渠，⑤その他の中から，実際に実施したことのある項目（1つ以上）を回答して貰った（表10）。これらの排水対策の結果の良否別戸数（表11）によると，弾丸暗渠，サブソイラー，排水小溝の順に悪くなっている。排水対策として今後事業所に希望する事項（表12

表11　排水改良対策の結果の良否別戸数（戸）

	排水小溝			弾丸暗渠			サブソイラー		
	○	△	×	○	△	×	○	△	×
N村	1	2	5	6	1	3	0	0	1
T町	0	2	3	2	5	1	2	3	0
計	1	4	8	8	6	4	2	3	1

(注)無回答あり

○：良くなった
△：少し良くなった
×：相変わらず悪い

）の中，最も多かったのは意外にも畑面均平で、これに畑面勾配修正を加えると19件中8件となる。弾丸暗渠や盤層破壊は農家個人では実施できないので事業所への希望が強い。

表12　圃場排水に対する希望事項別件数（件）

希望事項	件数	内容
畑面均平	6	デコボコを均らす
勾配修正	2	急にせよ！，緩くせよ！
周辺小溝	3	深くせよ、全面施工せよ、
盤層破壊	2	不透水層を改良せよ．
弾丸暗渠	5	深0.5m，間隔1～3m、至急・全面施工
進入路排水	1	進入路周辺の排水不良

(6) 耕区の形状，勾配

事業所は当初、本地区においても、主として大型機械化畑作を指向する農家の意向にそって、他地区同様に長辺100m，短辺100mの1ha区画を採用していた。しかし、本地区のような自然勾配の急な、しかも波状地形の下での大区画による改良山成り工の結果、各所に法面崩壊と畑面排水不良を起こしたので、その後、事業所は50m×100mの50a区画とした。このような経過から農家自身は耕区の形状、面積をどう捉えているかをアンケートしてみた（表13）。

表13　耕区の長・短辺，面積に対する意見（件）

適当な長さ(m)	100以上	100前後	75前後	50前後	30前後	30以下	計
長辺長	0	22	3	2	0	0	27
短辺長	0	8	2	11	6	0	27
適当な面積(a)	100以上	100前後		50前後	30前後	30以下	
良とするもの(件)	0	0		16	10	0	27

① 適当と思う耕区の形状

長辺長は回答者27名中22名（81%）が「100mくらいが

良い」と答えているが、短辺長は「50 mくらい」41%，「100 mくらい」30%，「30 mくらい」22%でかなり分散している。耕区面積は「50 aくらい」59%，「30 aくらい」37%，「30～50 aくらいど」（4%）となっていて、事業所の計画が概ね受入れられたようである。そのような回答を選択した理由は「法面の崩壊」5件，「法面の長さ，面積の増大」4件，「土壌流亡」2件のように農地保全にかかわるものが計11件に及ぶのに対し、「機械の能率」8件，「防除用ホースの長さ」3件，「搬入、搬出など運搬作業の能率」3件のような農作業にかかわるもの14件，さらに「排水不良」5件，「輪作、作付計画」4件のような営農計画にかかわるもの9件が挙げられている。このほか1件であるが「建設費の増大」との回答があった。

② 適当と思う畑面の勾配

長辺方向の勾配は「もっと急な方が良い」1件，「今のままで良い」16件，「もっと緩かで良い」3件で、短辺方向の勾配は「もっと急な方が良い」1件，「今のままで良い」15件，「もっと緩かで良い」4件と事業所の設計がほぼ受入れられている。しかし、長辺方向は水平，短辺方向は山側を低くする内勾配を良しとする意見が2件あった。これも経験から得た一知見といえよう。その理由として「盛土部法面の乾燥のため」と答えている。

(7) その他の意見、希望

「防風林が必要」6件，「排水路の整備（断面不足，落差工不備，側溝の蓋）」4件，「雑用水の取入口不足，不備」2件のほ

か、「法面に牧草、ミョウガ、つキ等を植え、保護と利用を両立させる」との提案や、道路、進入路の舗装、勾配緩和、拡幅等の通作条件にかかわる希望がある。10数ヘに及ぶ切盛土工を伴う改良山成り工が法面や道路計画にいささか無理を強いたためと思われる。

3. 考察

そもそも農地は土地の豊度・地力概念からみて図2，表1/4の条件（属性）を持っている[2)]。農地造成とは、非農地に化学的、生物的、理工学的、社会的手段を講じて、これらの諸条件の整った良い農地に改造することとされる。とりわけ改良山成り工は他の土地改良に比し極めてドラスチックな改造を行うので、これら諸条件間にアンバラを生じやすい。(a)～(g)のうち何れに力点を置くかは当該事業の目的によって異る。

N開拓の場合、積雪、高冷、火山灰土、波状地形、遠距離等の条件を持つ劣等地にもかかわらず、大型機械化可能な農地の増反を目的としたので、(a)及び(c)の改良に重点を置くのあまり、(b)、(e)、(f)への配慮が不足し、(g)をも招くに至った。とくにK工区では、これまで全く乾燥履歴を持たない火山灰土の生土が重機械によっていきなり掘り出され、こね返され、転圧されることによる切土部、盛土部、地山部間の条件差（面的にも層的にも）が、土壌の物理性，耕地の水文性[3)]に対し、いかなる関連性を有するかが予見されてなかったので、畑面排水不良，ノリ面崩壊，道路基

盤不良に対して、いわば対症療法に追われた。

大型機械化→大区画造成→改良山成り工といった図式に捉われず、より良い道を求めて事業主体と受益農家との間で充分なコンタクトをはかり、例えば区画の形状、大きさにしても、せめて30aないし20aとし、コンターファーミングの導入が可能になれば、結果的には農家負担軽減可能と思われる。

さらに、土構造物たる農地（特に火山灰土にドラスチックな改造を行った場合）は、営農段階で長年月をかけて条件整備を要することが少くない。「造成後直ちに100%良い農地を」を望むのあまり事業費高を招くおそれがある。建設段階、営農段階の両方をにらんだ造成計画が必要である。

表14　地力と農度

(a) 土壌条件	狭義の地力概念		
(b) 土層条件			
(c) 地面条件		広義の地力概念（土地の農度）	農度
(d) 気象条件			
(e) 水利条件			
(f) 交通条件		位置による農度	
(g) 災害条件		マイナス条件	

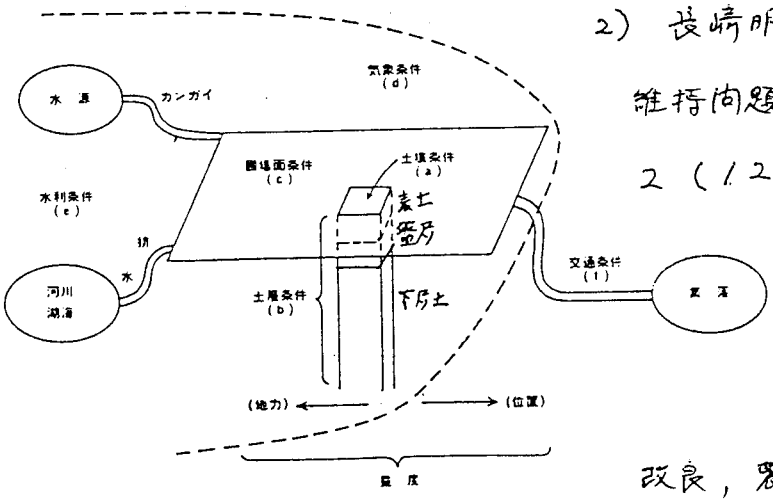


図2　土地評価の項目と地力との関係

参考文献

1) 佐藤寛：改良山成工の計画設計，農地保全の研究7.（1986）.

2) 長崎明：土地改良と地力維持問題(下)，技術と普及12（12），（1975）.

3) 中野政詩：土地改良事業における土層改良，農土誌53（11），（1985）.

南米・アフリカに於ける土壌侵食と土壌保全

(社) 国際農林業協力協会 (AICAF)

木内知美

I 南米における土壌侵食と土壌保全

1、コロンビア国アンデス山地の事例:— コロンビアは日本の約3.1倍の面積をもち、約40%はアンデス山地である。この山地の土壌侵食の程度を定性的に示すと図1のように分布し、面積は軽〜中程度が多く、中〜甚は河川の沿岸に分布が多い。雨量分布は図示の如く非常に複雑で、1000mm以下〜5000mm以上が入り組んでいて、侵食程度とは関係がない。以下侵食度の異なった2事例について述べることにする。

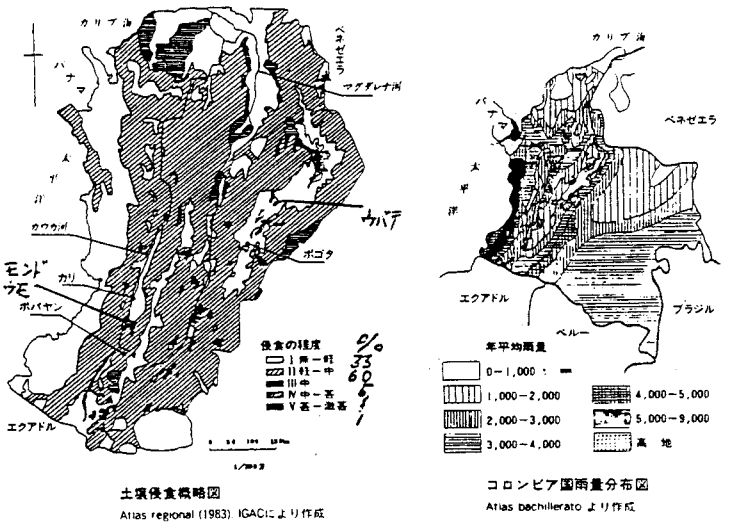


図1 土壌侵食略図、雨量分布図

1 Ubate地区

Bogota高原のChecua河流域で、侵食度Vに相当する。地域の集水面積1,700ha、標高2650〜3400m、年雨量700mm、面積の70%が、傾斜度10〜30%、20%の面積が激しいガリー侵食地となっている。地質は第3紀の軟質の頁岩と砂岩が相互に入り組み、表土は約10cm以下の位置に固結層を持ち、根や水の侵入を妨げている。一個所から初まった侵食は次

々と土層を抉り取り、ガリーを作る。ガリー以外の部分も表土が激しい面状侵食で、耕作には適さない。侵食はかつての森林が、木材として伐採搬出され、その後全く放置されたためらしい。土壌の流亡量は、全面積平均21t/ha/Yとされているが、河水の土砂含量は、平時106g/m3、増水時44Kg/m3にまでなり、下流の水道源水の汚濁、ダムの埋没、河床の上昇、洪水の増加となっている。保全事業は、自治開発公団（CAR）が実施している。対策はガリーに対しては、石積みチェックダム、窪地に小貯水池、急傾斜地にはベンチテラスを構築している。作業は大型機械を用い、まず、不透水層を破砕し、撹拌し、水の土中浸透を極力計っている。テラスの断面は図2のようにし、時には集水溝の末端をせき止めて、貯水を計ることもある。テラスには表1に示すような適樹種を選定して、少量の肥料と菌根接種苗を移植して森林の回復を計っている。この方法の効果は高く、苗は移植後2年で、樹高2m以上にも達し、施工後3年には、侵食を70%も軽減させたという。CARによって作られたこの地域の開発利用計画は表2に示してある。このような計画的な保全・開発は、マグダレナ河上流総合開発計画もあり、この地域は20~30%の傾斜畑で、表土の流亡量が

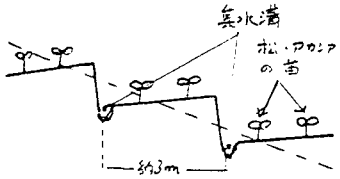


図2 ベンチテラスの断面

表1 選定された樹種

アカシア類	松類	雑木類注)
Acacia lecurrens	Pinus patula	Ayvelo
Acacia melanoxilum	Pinus radiata	Jarilla（キク科）
Acacia baracafinga		Lulo de Perro（ナス科）

注)：雑木類は local name.

表2 土地利用計画

現在の侵食度	植生	利用計画
甚	荒地、草地	保護林、野生動物(傾斜75%前後)
中~甚	草地	生産的保護林(傾斜50%以上)、牧野(傾斜50%以下)
中	草地	改良技術による生産性の高い農業(傾斜7~12~50%)
軽	耕地、草地	集約畜産、改良技術による生産性の高い農業(傾斜0~7%)

年間3cmにもなるとして，土壌侵食対策を綿密に織り込んだ計画が，自然資源・環境保全局（INDERENA）により実施されようとしている。

2）Mondomo地区。Cali市南方60Km，傾斜度15－20%と見られる地区で，標高1500－1800m，年雨量1000mm，土地利用は，キャッサバと草地が主体である。土壌はDystro andept に属する。伝統農法は全面牛耕で，この方法では土壌流亡は23t/ha/Y と推定されているが，前地区のような著しいガリーは存在しない。国際熱帯農業研究センター（CIAT）の試験では，耕種法の総合改良，すなわち，1）不耕起で植穴を浅く掘る（non tillage）が，局所的に浅く掘る（min tillage）2）牧草類のストリップ栽培，3）りん酸増施による作物生育の改良（植被量増大）などの組合せで土壌流亡を5t/ha/Y まで軽減出来ると云う。とくに3）の方法はキャッサバ収量を8t→24t とした。この地区のような地力に乏しい処は，上記のような集約的農耕で植被の増加を計るのがベストである。耕作を放棄し，野草地として放置すると，放牧管理が悪いと侵食が増大する。特に住民による火入れを出来るだけ防止して，優良な牧草を導入し，放牧も0.3頭/ha として，牛道の生成を防がねばならぬ。30%以上の傾斜地では幅2.5m，長さ100－150mのベンチテラス，草生法面，草生水路の構築を対策としている。

附）コーヒー園の侵食防止について。コーヒー園は古くから侵食防止対策が普及しており，対策の実施も効果を上げている（表3）が，近年侍生性で被陰樹を用いない品種が導入され，対策の

再検討も初められている。

表3 コーヒー園の保全処理と土壌および養分の流亡（6ケ年の平均値）

処理区＼項目	傾斜(%)	流亡土量(トン/ha)	流亡養分(kg/ha) N	P	K	Ca	Mg
裸地(伐月開起)	22	225.4	25	0.95	24	238	152
牧野	22	7.1	7	0.15	6	25	26
コーヒー栽培(幼木)	45	1.8	8	0.04	2	6	7
コーヒー栽培(テラス)	45	0.2	4	0.14	4	8	7
コーヒー栽培(成木)保全管理なし	55	0.6	1	0.08	1	2	2

備考：土壌は Dystrandept, 降水量/年は2,755mm 場所は Chinchina.
出所：Sanchez, Principles and management of soils in the tropics (1976).

2. パラグワイ国パラナ河沿岸地域の事例：一

パラグワイ国は，日本とほぼ同じ面積であるが，その半分は不毛のチャコ平原で，大部分は平坦（0－8％）であるが，図3に示すように南部は傾斜地であり，数百米の山地もある。パラナ河沿岸は同国内で土壌侵食の激しい処で，波状・丘陵地形，最近森林を開発農地化を進めている。土壌は Nitosol で肥沃であり，ダイズ・コムギの主産地で，重要な農業地帯である。しかし開発が進むにつれ，土壌侵食が無視出来なくなった。地域は標高400mからパラナ河水面100mまで，緩やかに傾斜した波状・丘陵地で，その傾斜度別面積割合は表4の通りである。年雨量は1750mmの地帯に属し，年間分布は図4のように10～12月が多雨である。土壌侵食の量はその一例を示すと次頁の表5に示すように，年間60～790t/haと云う信じられぬ位の値が示されている。このような激しい侵食を示す原因は次のように整理して考えられる。① 降雨量とその強度― 雨量はダイズ播種よりコムギ

図3 土壌の粒度 土地の傾斜度

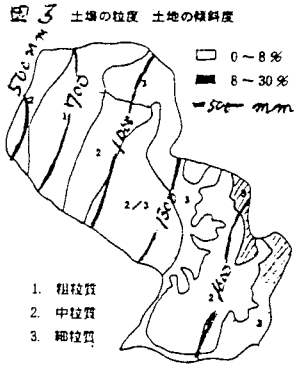


図4 年間降水量および気温

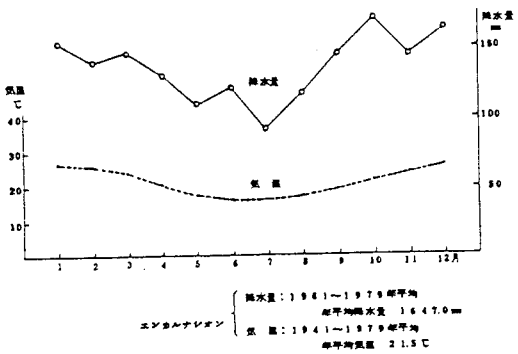


表4 傾斜度別面積

傾斜度(%)	平均傾斜度(%)	%
0 ～ 2	1.3	9.05
2 ～ 5	3.5	24.68
5 ～ 15	10.0	54.02
15 ～ *)	30.0	12.25
計	－	100

（注） *) 60～70％以上の傾斜度はない。

表 5 傾斜度、斜面長、区画面積と土壌侵食

番号	場所	傾斜度（%）	斜面長（m）	区画面積（m²）	流亡土量 m³/ha	流亡土量 トン/ha	流亡土の厚さ（mm）	備考
1	Km 43 Carlos Antonio Lopez	9	200	36	748	97.1	0.7	11月大部分播種作業、12月K表面
2	Trinidad Linea 1	4	300	120	468	59.8	0.5	畑中表面の区画K計測
3	Corral Mと Natalio の中間	10	300	64	1983	247.4	1.9	耕起後の計測
4	Natalio-Km 14	9	150+300	44	607.6	79.0	0.1	12月21日、505の効果を失う
5	Trinidad-Km 10	7.5	400	49	1060	137.3	1.1	耕起後30日 11月0日計測

注）1979年10月～1980年1月までの間の計測値、作物はダイズ

表 6 春期登地期間中の降雨記録の一例

降雨月日	降雨量	降雨時間	その内の集中豪雨記録	10分間の最大降雨強度
	mm	時間		mm
'79 10—13	70.2	3.00	3時間で70mm	8mm
10—23	93.4	9.00	3時間で70mm	10
10—24	41.4	7.30	6時間で40mm	10
10—25	40.0	15.00	1時間で12mm	8
10—28	113.2	7.00	3時間で60mm	7
10—29	42.4	4.00	1時間で20mm	4
11— 4	4.0	1.30		
11— 8	15.2	12.00		
11— 9	1.0	3.00		
11—16	37.4	1.00	1時間で37.4mm	7
11—17	28.0	1.00	1時間で28.0mm	5
11—24	9.8	5.00		
11—30	83.0	6.00	2時間で60mm	7
12— 3	18.6	2.40	40分で12mm	3
12— 4	8.6	2.00		
12— 5	44.0	5.00	1時間で18mm	3
53日間合計	650.2mm			

播種までの期間が多いが、なかでもこの時期の降雨強度は表6に示すように、激しくかつ頻繁におこる。この影響を助長するのが②以下の要因である。すなわち② 地表面の無植被状態－丁度ダイズ播種直前の耕起整地また播種直後の裸地は、大粒の雨滴の衝撃で団粒を破壊され、その表面を流去する水は、覆土はおろか、種子や発芽した幼植物を押し流してしまうことになる。③ 圃場の斜度と長斜面長－ この地域は大型機械化による大農経営を傾斜地で行う形をとっており、斜度10%で300～500m、5%で1000mの斜面長は珍らしくない。侵食防止のため、区画縮少がすすめられているが、作業能率の低下をおそれて、仲々実行されていない。④ 土壌の透水不良－土壌はTerra Roxa (Nitosol) は土性はHCやLiCが多く、毎年の大型機械の走行は土壌を圧密し、不透水層を形成する。さらに開墾時の伐木用大型機械の走行、伐木焼却による表土の有機質の焼失も不透水性を大とする原因になっている。これらの要因が複合して、表面流去水を大ならしめ、それによる侵食の著しい例としては、斜度約5%、斜面長1000mのダイズ畑で、十数米の間隔でガリーを生じ、大きなものは幅2m深さ2mにも達する。侵食防止の一応の目安として、斜度5%ま

表7　利用可能性別の面積

利用可能性区分	割合 %
中程度の保全対策を必要とする農耕	26.38
強度の保全対策を必要とする農耕	2.32
休閑をまじえた農耕，および水年生作物栽培	48.87
生産林，草地および無害な野生動物	3.02
中程度の制限を加えた生産林，草地および無害な野生動物	17.29
強度の制限を加えた生産林，草地および無害な野生動物	1.17
野生動物，レクリエーション	0.95
計	100.00

では注意深く耕作すれば問題はないが，5~8%では，地表を充分被覆し，耐侵食性植物（牧草類）の導入を計る。しかし上下畦のような耕作では2%の斜度でも侵食は充分起り得る。しかし現状は等高畦，テラス，帯状草生など，およそ防止対策として取られているものは実見出来ない。最近やっと対岸のパラナ州（ブラジル）の保全技術を学び初めたばかりである。日本人専門家がたてた対策は図5に示した。行政的には85年より土壌保全関係の法律制定，部局設置，教育の普及などが，端緒に著いたばかりである。この地域の利用計画もたてられた。表7に示す通りである。

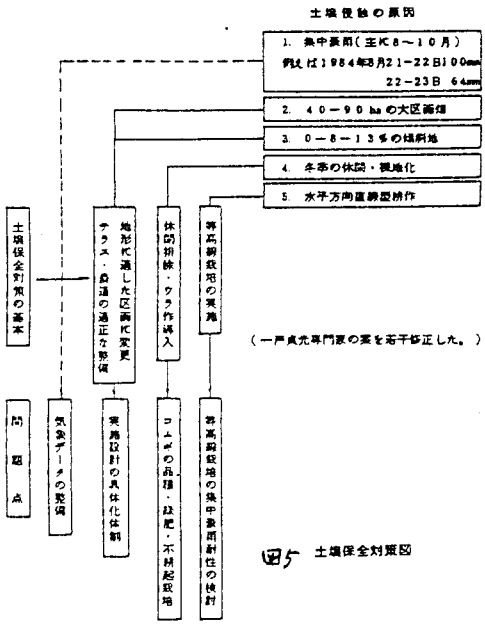


図5　土壌保全対策図

Ⅱ　アフリカにおける土壌侵食と土壌保全

1、東アフリカ・ケニヤにおける事例：ケニヤは面積は日本の約1.6倍，赤道直下ではあるが，地形は複雑で，気候，農業事情も変化にとむ。農業はホワイト・ハイランドの比較的高標高の，肥沃な土地で，降雨の多い地域で行なわれており，他は粗放な草地の遊牧利用だった。しかし近年人口圧増大のため次第に周辺の半乾燥地への人口流出とともに，そこの地力の維持と侵食防止

が重要問題となつて来た。以下調査事例としてMachakos, Kituiの両県にまたがる、半乾燥地の例を述べる。この地方は標高1000～1500m、年降雨量600～1200mm、10～12月の小雨季と、3～5月の大雨季の年2回雨季地帯である。両雨季とも降雨はその初期に集中し、各雨季の総雨量の50%は初めの3週間程で降り、7～9週間でその90%は降ってしまう。しかも年次変異も甚しく平均雨量920mmのMachakosで671～1336mmと変化する。しかも天頂雨型降雨のため、200～400mm/日の豪雨は珍らしくない。一方土壌は乾燥すると表面固結をおこし、流去水を増大する。また起伏の多い地形も相まつてシート侵食はもちろん、ガリー侵食が甚しく、土壌がAcrisol, Nitosolの個所に甚しい傾向がある。土壌侵食と対策の効果は表8に示した。無管理の場合の侵食は予期以上であり、テラスが効果をあげている。代表的な例を図6に一括して示した。図中マルチは最も効果的とされるが、材料の入手は困難と云うより、不可能に近い状況にある。このテラス法は不完全な形ではあるが、一般農家によく普及している。一説にはこの方法は古来、北方から伝来したもので、民族古来の智慧であるとも云う。この図にも見られるように、ケニヤでは降雨の時期、量とも不安定なので、多くは2種以上の作物を混作し、危険分散と、マメ科による肥沃度増大を計つている。問題はメイズの増産に重点がおかれ、入念な除草→地表露出→シート・リル侵食のパターンによる侵食の

表8 降雨・流出による土壌の流失量推定値*(Machakos県の例)

項目		北部ブッシュ地帯	中央峡谷	中央丘陵	西部平原	南部ブッシュ地帯
裸地		4,9	8,5	16,0	5,3	4,5
トウモロコシ	無管理	18,0	45,0	230,0	12,0	10,0
	等高線耕作	9,2	27,0	200,0	6,2	5,1
	テラス耕作	1,1	2,4	16,0	0,8	11,1
ソルガム	等高線耕作	7,5	22,0	170,0	5,0	1,3
	テラス耕作	0,9	2,0	13,0	0,7	0,9
ローズグラス	等高線耕作	2,7	7,8	60,0	1,8	1,5
	テラス耕作	0,3	0,7	4,7	0,2	0,3

図 6-1. 1年生作物畑の土壌侵蝕防止対策の例

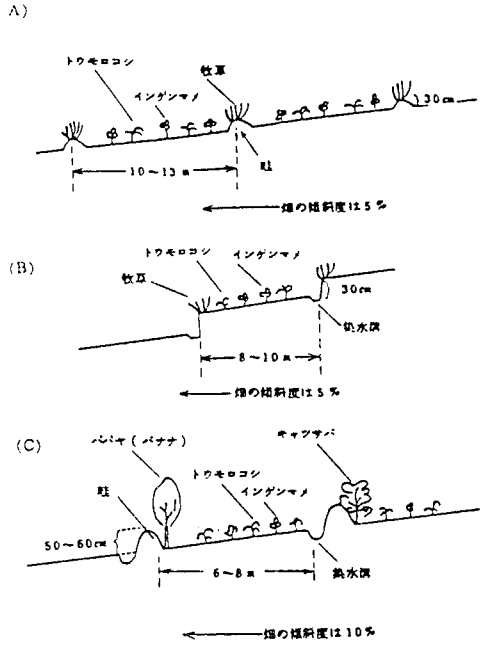
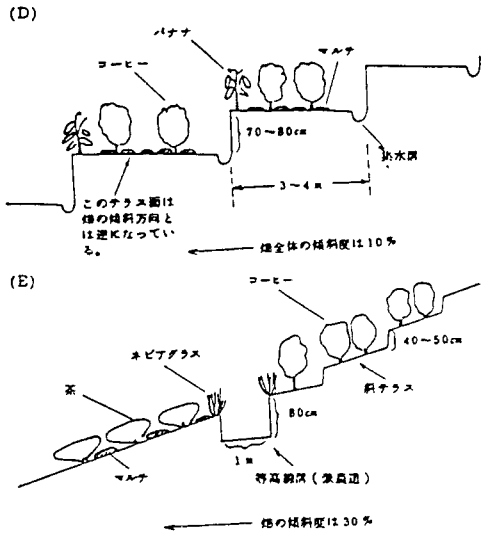


図. 6-2. 永年生作物畑の土壌侵蝕防止対策の例



助長であり、適切な地表を被覆する作物（出来ればマメ科）の育種・導入が望まれる。一方原野・放牧地は、放牧による草生の退化、長大な斜面長、燃料（含木炭）用の樹木の伐採、あるいは前記の表面固結（Surface sealing）のため、豪雨時の表面流去水を増大し、時としてガリー侵食も惹起している。このような状況下で農家が希望しているものの一つに、流去水を一時的に貯留する小さなポンドの堀削の経費補助があるが、行政的対応はなされていない。この地域は現在はある程度の生産があるが、現状で放置すれば、侵食による生産力低下の危険が多いにある。すでに耕作を放棄した畑地も実見された。

2、西アフリカ・ブルキナファソの事例：— この国は東アフリカ、ケニアと異なり、標高は低く平坦で、400～500 mの準平原がつづいた、スーダン気候区のサバンナ地帯にある。面積は日

本より狭く，72%ほどである。半乾燥地で河川も乾季は涸れ，常時流水のあるのは，黒ボルタ河と赤ボルタ・白ボルタ両河川の下流部のみである。地形は極めて緩やかに起伏する平原で，傾斜度は0～5%程度，分水界すら定かでない。雨季は年1回，5～9月，年降雨量は中央部首都Ouagadougouで約850mmである。降雨の初期・終期は熱帯収束帯の北上・南下の状況で，年毎に変るが，降雨は豪雨性で一般的な降雨タイプは，降り初め15分で20mm次の15分で10mm，降雨の時間は1～3時間である。強度の降雨の時は30～40mm/3分にも達する。ここでも人口圧の増加，サハラ砂漠の南下の影響で，「森林伐採，過放牧→裸地→土壌侵食」のパターンをとっている。ケニアとの相違はガリー侵食があまり見られず，シート侵食の方が卓越している。土壌はAlfisol, Luvisolが多く，透水性が悪い。この地域では水不足が最大の制限要因で次が土の肥沃度であるので，降雨の利用に重点がおかれ，その対策は同時に土壌侵食の防止とも一致する。すなわち透水性賦与のための耕起（深耕），流去水貯留のための土寄せ，仕切り畦，植穴掘削，とそこへの有機物の施用などで，これらが徐々に土壌の物理性を改良することを期待している。またある程度広域には，（耕地付近の原野への降雨利用を含めて），長い堤の構築や，ロック・バンドの構築が行なわれる。いずれも石・土・（ソダ）などで，等高線に高さ30cm程の堤を作り，豪雨時の水流の勢を弱め，流れを耕地へ導入するもので，土壌中への水の侵入，表土の流失防止，養分の損失を防ぐのに役立たせる。これらは斜度が，

1～2%の平坦地にも作られるため、我々には水田の畦を見るように感ぜられる。耕地内での土壌管理技術の効果は、Sarira試験地の試験で表　のような効果が認められている。ブルキナファソでは土壌の侵食防止、土壌保全は降雨の有効利用法－Water harvesting System と結合して行なわれており、それなりの効果をあげられる可能性をもつ。農家も可成意欲的に感ぜられたが、これらを実施する農具や機械が不足しているのが現状である。

表　土壌処理と土壌流亡（Kg/ha）

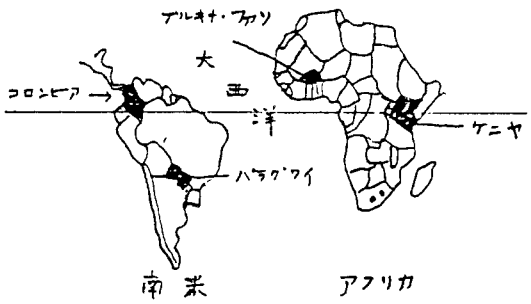
期間	降水量 (mm)	流亡土壌量 1	2	3	4	5
5.16～6.13	188.8	5670	4760	2750	2720	4200
～7.13	250.0	7820	7350	7360	2850	7830
～8.13	172.7	4630	5520	4940	5620	7780
～10.2	232.2	6200	860	0	0	520
計	764.5	24250	28450	15050	14220	20270

注　1．裸地　2．伝統農法　3 耕作＋土よせ＋仕切り畦　4．円形小植穴　5 平畦耕作（作物はソルゴー）

Ⅲ　むすび

土壌侵食の問題は FAO, UNEP を初め多くの国際機関でその重要性が強調されているが、第3世界の現場の現実は上述の如く、いずれも激しい侵食の危険にさらされながら、対応は、やっと計画に着手したもの、実施の端緒についたもの、対策は実施したが不完全で開発においつかないものなどがすべてで、そのネックは、いずれも資金難である。農家の資金拠出は無理で、公的資金にまたねばならぬが、対策を上く検討されば、比較的小額の資金でも、効果の上る方法があるのではないかと思われた。

調査国位置（参考）



水路溢水防止のための急流工の設計

農業土木試験場　　水工部

中　達雄

I．はじめに

農地造成においては、長大斜面の出現により排水路は急流工となることが多い。

一般的に急流工では、掃流力が大きいため、土水路は適用されず、コンクリート二次製品水路を主体として施工されている。

しかし、水流は射流となるため溢水の危険性が高く、特に急傾斜地では、これが要因となり水路本体に損壊を与え、延いては、地すべりおよび土砂崩壊等の重大な災害を引き起こす場合がある。このため、排水路の機能を十分発揮させる必要があるが、その前提として、射流の本質を知り、急流工内の水流を溢水させないことが重要となる。

ここでは、以下に、実験的知見から急流工の水理特性および溢水防止策等について、述べることとする。

II．急流工の水理的問題点

傾斜地での、急流工の溢水が原因となる水路侵食の典型的形態を示すと次の通りとなる。

斜面上の急流工から何らかの原因により溢水した場合、その流水は水路側壁部に沿って流下し、まず、水路側方部に侵食が発生する。これが徐々に発達して、水路基礎部に達して、やがて水路

本体が浮上がり、転倒する。このため、流水は斜面上を流下し、法面崩壊を来たすこととなる。これらの対策については、施工上水路に止水壁を設置したり、水路側部をライニングする等の工法が採用されている。

一方、水理的には極力、流水が溢水しないように設計することが肝要となる。特に傾斜地では、流水の持つエネルギーが大きく、一旦溢水したなら前述したように、重大な災害に結びつく可能性がある。

次に、急流工での具体的な溢水の事例を列挙すれば、次の通りとなる。

① 直線水路部内の不陸および障害物等に起因する水面変動による溢水

② 水路屈曲、屈折部における射流衝撃波等による水位変化に伴う溢水

③ 水路縦断勾配変化点における跳水現象および水流の飛散による溢水

④ 集水および屈折ますの上下流取付部の溢水およびます内での水流減勢不良による溢水

⑤ 管路シュート工における通水不良による呑口部での溢水

⑥ 管理面では、緩勾配水路内土砂堆積による通水障害

①の場合では、コンクリート二次製品水路の継目施工不良、および供用開始後の不等沈下による不整合が水面変動の要因となっている。

②は、常流では屈折、屈曲部での水位変化は少ないが、射流では、その特性から衝撃波等の発生により大きな水面変動を来たす場合である。

③では、特に下り勾配への変化点において、上流側の水流が限界水深以下の射流状態となっている場合に、水平方向の流速成分により水脈が水路底から剝離し、これが落下水脈となり、下流部において水流の飛散および溢水を招く結果となる。

④については、集水ますの容量不足等が主な原因となる。

⑤については、極急斜面における排水路としてよく利用されている工法であるが、呑口部の損失および雑物の混入により呑口部で溢水することがある。

⑥の土砂堆積問題は、緩勾配水路や、集水ますの静水池等に多く見受けられる。このため、緩勾配水路とくに斜面法尻に設けられる承水路では、土砂堆積による通水断面の減少を見込んだ余裕を持った断面の設計および十分な維持管理が必要である。

Ⅲ．急流工の水理設計

1．直線急流工の余裕高

水路の溢水の防止のためには、余裕高の見積りが重要となる。設計基準では、常流に対する余裕高算定式は明記されているが、急流工で発生する射流については、決定的な算定式は未だ見い出されていない。

射流の場合では、比エネルギーの中に流速水頭の占める割合が高いため、流速エネルギーの評価が最も重要となる。この流速エ

ネルギーの評価法として、水路内の微少な不陸を想定した水理実験結果を図－１に示す[1)]。

本実験は水路幅0.30mの水路で行ったものであり、水流の桟越水の水面形の例を水路勾配ごとに流量0.04m^3/sの場合について示した。水路勾配1/20（フルード数Ｆ＝2.87）までは射流で一般に見られる水面形を示すが、水路勾配が1/10（Ｆ＝4.94）より急になると、水流は桟から下流で急激な水面変動を起こす。この現象はいわゆる跳水現象とは異なり、水流の飛散および飛出し状態であり、水流は水路底から剝離している。

このように、射流では水路内の微少な不陸により、大きな水面変動が発生し、水路余裕高が過少な場合には、溢水する危険性があることが分かる。この水面変動の発生領域を、フルード数（Ｆｒ）と不陸高さ（ｋ）と上流側水深（ｈａ）の比（ｋ／ｈａ）から整理すると図－２となり、急流工の安全設計の領域を設定することが可能となる。しかし、安全領域を越えて、設計しなければならない場合には、余裕高の決定に際し、これらの水面変動を考慮する必要があり、これにより他の要因に対する余裕もすべて包含するものと考えられる。なお、実際の余裕高の設計法としては、不陸の度合をどの程度想定するか、または水路にどの程度の施工精度を持たせ得るかによって、その値が変化する。

この他に、余裕高の算定上、水兼道路等の幅広水路では転波列[2)]が重要である。この現象は、急勾配上の薄層流が間けつ的に次々と流下する非対称形の波群を発生させ、その波面に著しい水塊が

集中し、波高や圧力の増加が起こるものである（図－３）。

転波列は、雨水流に伴う法面の土壌侵食に関係して論議されることが多いが、水兼道路等では計算上の等流水深が微少、かつ、道路としての機能上、水路壁高を十分取ることができず、水兼道路の線形変化点でこの転波列が越波して、畑面を洗掘する場合があるため、留意する必要がある。

２．集水ます[3)]

小型急流水路では屈折、屈曲部および合流部で発生する衝撃波による溢水を防止するために、ますを設置して流下させる設計が採用される場合がある。ます内での流況は、実験的に次の四形態が明らかにされている。

① 形態Ⅰ：自由落下型

本形態は、上流・下流水路の取付落差が大きく、自由落下水脈が静水池へ貫入する形態を呈する。

② 形態Ⅱ：潜り型

上流水脈がます内水位上昇により潜り状態となり、跳水を発生させず貫入する形態である。ますの容量を比較的大きく確保した場合に生じる。

③ 形態Ⅲ：跳水型

ますでの落差を有していない場合、ます内水位が上流水位より上昇するため、ます入口部において跳水現象が発生している状態である。跳水の発生する位置が上流側水路であれば、溢水の危険性が高い。

④　形態Ⅳ：衝突型

噴流が直接ます内の対面壁に衝突して水位上昇する形態であり、減勢不良を起こしている流況である。

形態Ⅳの場合が最も溢水の危険性が高く、噴流が直接ます内の対面壁に衝突して越波し、また、上下流の取付部においても溢水しやすい。跳水型と衝突型（図－４）について、運動量方程式を用いて対面壁水深を予測してみると図－５となる。

解析の仮定としては、検査面に働く応力の積分値としては、上流の水位と対面壁の水位の差による圧力差だけを考慮し、検査面は、ますの入口と対面壁の位置とする。また、水理量をます内の静水池の部分を考慮する場合と無視する場合に分けて考える。方程式を下記に示す。

静水池を無視した場合

$$h_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot q \cdot V_1 + g h_1^2}{g}} \quad \text{------(1)}$$

静水池を考慮した場合

$$h_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot q \cdot V_1 + g(h_1 + h_1')^2}{g}} \quad \text{----(2)}$$

ここで

g ：重力加速度　　V_1：上流流入流速

V_2：下流流速（０とする）　h_1：上流水深

h_2：対面壁水深　　q ：単位巾当り流量

h'_1：静水池の深さ

流況が跳水型では、実測値と計算値はよく対応しているが、衝突型になると計算値よりも実測値の方が上回っている。このよう

に、流水形態の相違により運動量方程式の適合性は異なるが、ます内での実測値の水面変動を考慮すれば、跳水型の流況の場合、対面壁水位の予測が可能なことが明らかとなる。従って、これらを基に適正な規模の施設容量を設計する必要がある。なお、流況を跳水型にするためには、ます長さを上流水路幅の３倍以上確保することが必要なようである。

３．管路式シュート工[4)]

急傾斜地造成地区内においては、排水路工の一工種として、長大法面等に沿って急勾配管路（以下管路式シュート工）を用いて排水する場合がある。

水理学的には、下流が自由放水型の急傾斜管路と見なすことができ、また、開水路に比較して急勾配では水流の飛散等が防止可能なためその安全性の面では有利であるが、その反面管路内が高速流となるため一般的な管水路とは異なる水理現象が発生する。図－６に、管路呑口部の水位（シール高)と流量の関係を口径100㎜、管路勾配1/2の水理実験結果から示したものである。

呑口部は、下流の傾斜管路が満流となる以下の流量時に水没し、管路が満流になる過程において、一旦、水位が上昇する領域があることがわかる。

一般的な管路式シュート工の設計では、管路部は暗渠として水理計算して、呑口部の水位の検討がなされていないことがある。このため、呑口部のますから流水が溢水する場合がある。

図中の剝離というプロット点では、呑口部の流れはオリフィス

的な現象となっているため、一般的な流量係数とオリフィスの基本公式を用いることにより、必要呑口水位を計算することが可能である。この他に、管路式シュート工の水理特性として、剝離状態から管路内の空気が排除され、突然管路内が満流となり、通水能が向上して流量が増大する現象が繰り返し発生することがある。この非定常現象により、下流へ吐出される流量は、周期的に変化し、下流に段波を及ぼす。この段波により過大流量が流下するため、下流の水理構造物の通水能力あるいは減勢能力が不足する等の危険性が生じる。従って、これらに対応する設計が必要となる。

Ⅳ．おわりに

急流工の水理特性および設計の留意事項について工種ごとに整理した。この他に、縦断変化部、屈曲・屈折部等の水理設計上重要な問題がある。

この中で、曲線水路での水面は、遠心力と衝撃波の効果により、水路外壁に偏心するが、その水面上昇割合はクナップおよびイベンの計算式で予測が可能である。しかし、屈折水路での水面変化は、従来の公式では理解できない部分があり、今後検討して行きたいと考える。

最後に、造成地内の排水路は、水食防止工法として重要な工種であるが、従来水理学的には、射流の研究は限られた範囲に止まっているため、今後急流工の設計に必要なこの分野での研究が盛に行われることを切に希望するものである。

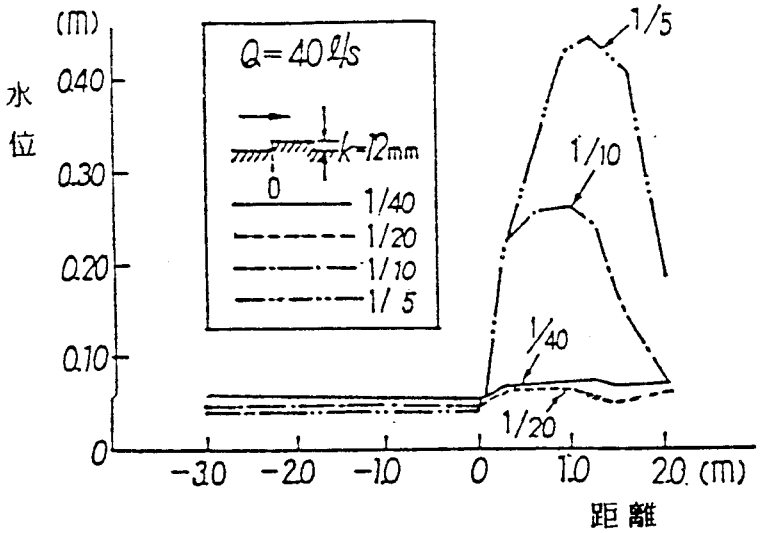
参考文献

1) 中達雄・吉野秀雄・石野捷治・岩崎和巳：急流用排水路の水理設計上の留意点 － 水理模型実験からの提案 －，水と土62，PP.33～39(1985)

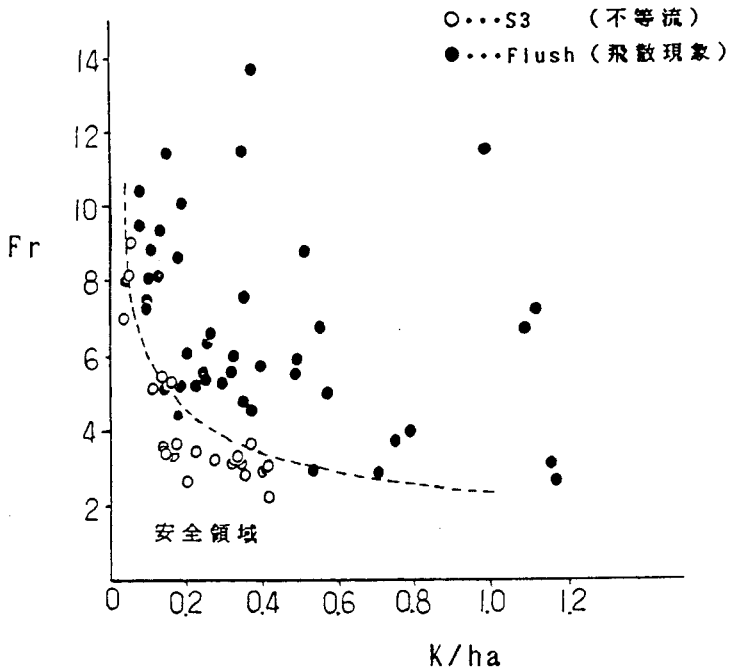
2) 岩垣雄一・岩佐義朗：転波列の水理学的特性について － 薄層流に関する研究，第７報 －，土木誌40(1)，PP.5～12(1955)

3) 中達雄・吉野秀雄・岩崎和巳・井上京・小倉良二：射流屈折ますの水理現象，昭和６１年度農土学会大会講要，PP.56～57(1986)

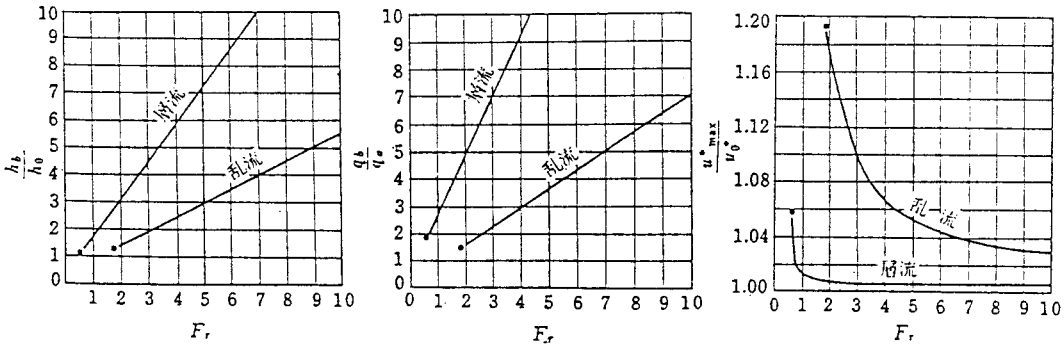
4) 中達雄・加藤敬・岩崎和巳・吉野秀雄：管路式シュート工の水理特性，昭和６２年度農土学会大会講要(投稿中)(1987)



図－１　水路勾配ごとの桟越水流況



図－2　水路内不陸による飛散現象の発生領域

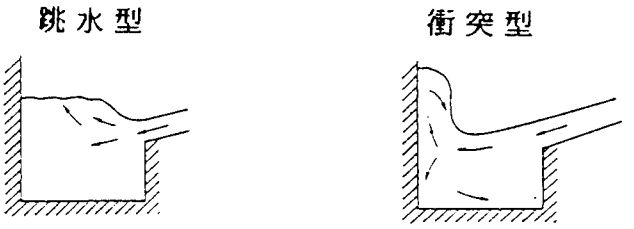


(a) 最大波高(h_b)と等流水深(h_0)の比とFroude数との関係

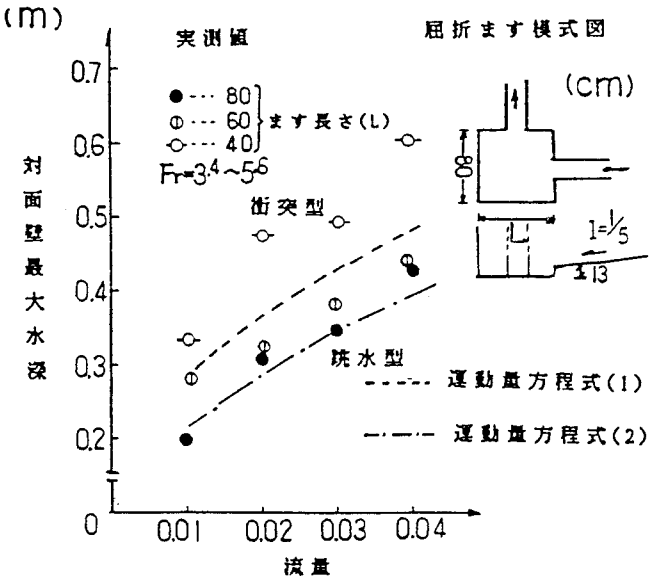
(b) 最大流量(%b)と等流流量(%a)の比とFroude数との関係

(c) 最大摩擦速度(u*max)と等流摩擦速度(u*o)の比とFroude数との関係

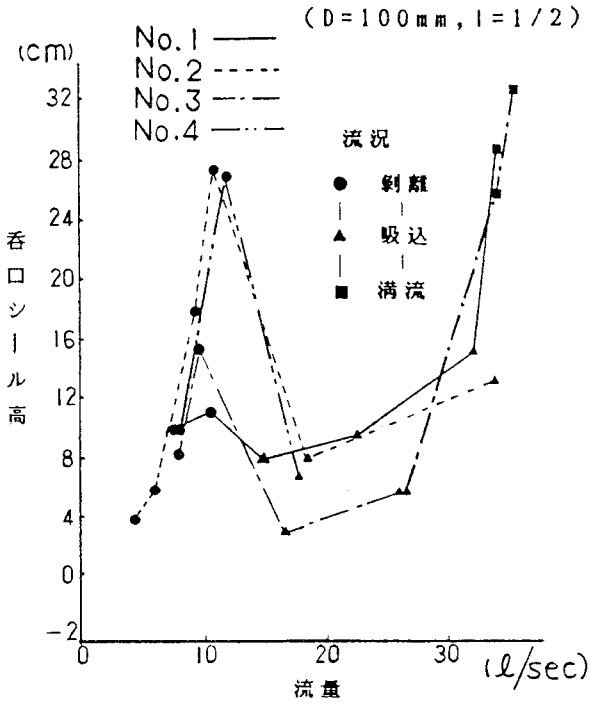
図－3　転波列の特性[2)]
（昭和60年版水理公式集より引用）



図－4　集水ますで発生する流況形態の一例



図－5　流量と対面壁最大水深の関係



図－6　流量と呑口シール高の関係

（シール最大水位）

矢吹地区農地開発事業における農地保全について

東北農政局矢吹開拓建設事業所　　今野　久

1．はじめに

矢吹開拓建設事業は、国営総合農地開発事業として昭和５５年度事業に着手された。事業着手に当って、私達事業担当者は事業推進をいかに図るべきか幾度となく検討を加えたものである。しかし、結論を得ないまま現在に至っている現状は、何が起因しているか考えさせられる場合が多い。ただ言えることは近年農地のかい廃面積が、全国的に減少傾向にあるものの依然として１７千ha～１９千ha台にあって、日本国民の食糧の需給率を高めるためには、個々の農家の経営規模の拡大を目指す必要性がある。

このことは、関係者との対話の中で総論として、理解されても個々の農家には、なかなか受け入れられず、即、事業推進に繋がり難いめんを持っている。

しかし乍ら、事業着手以来、年々造成面積が拡大していることは関係農家の営農的努力もさること乍ら、農地の備える基本的条件を誠実に実行し、保全に優れた農地の造成が、事業推進に繋がっているものと私達は理解している。

2．矢吹地区の事業の概要

1）事業の目的

地域農業は、稲作を中心に野菜作、養蚕などを組み入れた、営

農形態を示しているが、地域内の土地及び水利条件が極めて劣悪なため、用水不足あるいは農作業条件の低下をきたしており、総体的に低位生産地帯となっている。このため、地域内に広く賦存する未墾地の開発を主軸とし、これに併せて地域内に介在する既耕地の区画整理や畑地かんがいを行なうと共に機械化営農体系の導入により生産性の高い農業経営の創設と、豊かな農村社会の実現をはかるとともに、地域農業の発展を目指すことを目的とする

2）位置及び地形

本地区は、福島県南部、阿武隈川西岸の中通り地方に位置し、奥羽山系那須火山帯に連なる標高２６０～４５０ｍの比較的緩傾斜の地帯で、西白河郡矢吹町、大信村、泉崎村、岩瀬郡天栄村の４ヵ町村に跨がる未整理耕地と山林原野が複雑に錯綜する受益面積１，４２１haの地域である。

本地域の地形は、比較的起伏の少ない丘陵地形を呈し、西方から東方に向って、ほぼ一様な勾配で緩やかに標高を減じている。これら丘陵地の間には、北から釈迦堂川、竜田川、隈戸川が地形に沿って、ほぼ、平行状に比較的広い谷幅をもつ低位の河岸段丘を発達させ、東流している。

3）地質及び土壌

福島県五万分の一地質図幅「猪苗代湖東部地方」によれば、当地域周辺の地質は、下位より先第三紀の八溝系基盤岩瀬（砂岩、粘板岩及びチャードから成る水成岩とこれを貫く花こう閃線岩）新第三紀中新世の天栄層、勢至堂層、北の入凝灰角礫岩、第四紀

初期の白河石英安山岩質熔結凝灰岩、第四紀洪積世～沖積世の河岩段丘、扇状地堆積物及び火山灰である。本地域周辺の地質層序を表－１に示す。

表－１　本地区周辺の地質層序

時代		地　層　名	岩　　質	備　　考
第四紀		沖積層、河岸段丘堆積物火山灰	砂礫・粘土・火山灰	
新第三紀	詳新世	白河石英安山岩熔結凝灰岩	石英安山岩質凝灰岩同熔結凝灰岩	下部に砂岩、礫岩凝灰岩
		北の入凝灰角礫岩	灰褐色石英安山岩質凝灰岩・凝灰角礫岩	調査地に分布せず
	中新世	勢至堂層	砂石・凝灰岩・流紋岩	〃
		小田川層	緑色凝灰岩・凝灰角礫岩・砂岩・安山岩	〃
先第三紀		基盤岩層	圧砕岩・ミロナイト	〃

丘陵部を構成する主要な地質は、上述の先第三紀の基盤岩類及び第四紀初期の白河石英安山岩質熔結凝灰岩が基層をなし、前者は、地区の西側、後者は東方が主な分布となっている。これら基盤岩の上位には、全層火山灰土壌が覆い、表層は、腐植化の進んだ黒色又は黒褐色の植壌土、次層は、やや腐食に富む褐色～黄褐色の植壌土及びローム、３層には、腐食に欠く熔結凝灰岩を母材とする黄褐色の軽植土が堆積している。

４）事業計画

本事業は、上記の目的を持って、受益面積１，４２１ha（農地

開発６３２ha、区画整理７３６ha、農業用用排水６６８ha）受益戸数８７０戸、総事業費２５４億円の総合農地開発事業として昭和５５年度に着工をみた。主要工事としては、面工事のほか、幹線道路７路線１２．２㎞、幹支線排水路１０．１㎞２路線、隈戸川に設置の田の沢ダム及び日和田頭首工、揚水機場４基を設置しスプリンクラー並びにドリップによる畑地かんがいと水田補水を計画している。

5）営農計画

事業実施に関連する営農計画は、事業申請時点に作成された一般畑、桑園を主体とする計画を基本として事業が進められてきた。しかし乍ら、現状の社会的経済的諸条件は、計画書作成時点との比較において、かなりの相違点や、時代の要請の変革によって、従来の営農計画が必ずしも一体的、有効的とは言い難い内容になってきた。

農地開発事業が受益農家の経営改善と所得向上に繋がり、更に地域農村に寄与するためには、本地区の首都圏近郊地としての有利性を活用した、付加価値の高い野菜、果樹、花卉、花木などを基幹作物とする生産団地の形成が必要とされ、従来の営農計画を見直し、修正を加え内容の充実化を計り時代の要請に応えることとした。

３．農地開発事業と農地保全

1）農地開発と地域開発

農地開発事業は、風と水と土との闘いと言われる。保全に優れ

た農地は、自然的条件を克服した偉業であり、営農や農産物生産にも意欲が増強される。特に、土地基盤整備事業と営農が連係されている地区については、自然環境の管理が十分に行われて、自然保護のもとに地域開発が進み地域住民の不安も解消されてくる

農地造成された圃場が永続的に耕作される条件として、生産流通などの社会的環境の整備と開発は勿論であるが、農地開発で造成した防災施設の考え方の重要性が事業そのものを左右する。

2）農地保全と防災対策

山林原野から地目を変更する農地開発事業は、新しく農用地を造成する事業であり、新しく造ることによって、これまで緩慢に進行していた経常的自然侵食が急激な土壌侵食にかわり、流出量の増加や流亡する土砂によって、下流域に被害を与える可能性が生じてくる。

この対策として、個々の農家が血と汗を流し永い年月をかけて創設した農地が持つ機能に着目し、土壌の種類、導入作物と造成勾配及び被覆度降水量と流出率などの多くの研究結果を踏え、水食防止対策や風食対策を樹立して、調和のとれた環境を確実に実行することが農家の不安を解消してくれる。

3）農地保全と整備水準

現状の農地開発事業は、農作物の需要の動向に応じた農業生産の再編成を行ないつつ、生産性の向上を目視するため、事業計画時点の営農内容が事業実施中において変化し、土地利用目的に即した、多様性のある農地造成が要求される。しかし、そこには整

備水準の問題が隠されている。当然、整備水準の向上は事業費のコストアップに繋がり、事業担当者は適正な投資限界について悩むことが多い。農地開発事業は技術の集体成とも言われ、実際には、担当者自身の経験に基づく判断と創造力によって事業が進められているが、そこには個人差が秘められている。

この整備水準に係る投資限界の技術的確立こそ今後の研究課題と一つと言えよう。ここで研究の一助として矢吹地区の話題を提供すれば

①一方向南面平板型の造成

この造成は、平板型の畑面が南方向に傾斜したもので、作物の生長率が非常に高く、一時利用指定（又は換地）では希望者が多い。しかし、一方向斜面を形成しているため流出水の分散が図れず、排水系機能が肥大化する恐れがある。

②多様性のある農地の造成

この造成法は、耕起深が一定となり事業費が増高する。

③地下排水施設の追加

大量の土の移動によって地下水が分断され、造成後２～３年経過後に苦情が発生する。

４．造成地の土地利用と農家の意向

１）調査の目的

農業を取り巻く諸情勢の変化や農業経営の兼業化などにより、農業経営の実態も多様化の傾向にある情勢の中で、現在まで造成された団地の受益農家に対する円滑な営農指導と農地の有効

利用による農業経営の確立、更に事業促進の参考にすることを目的として実施した。

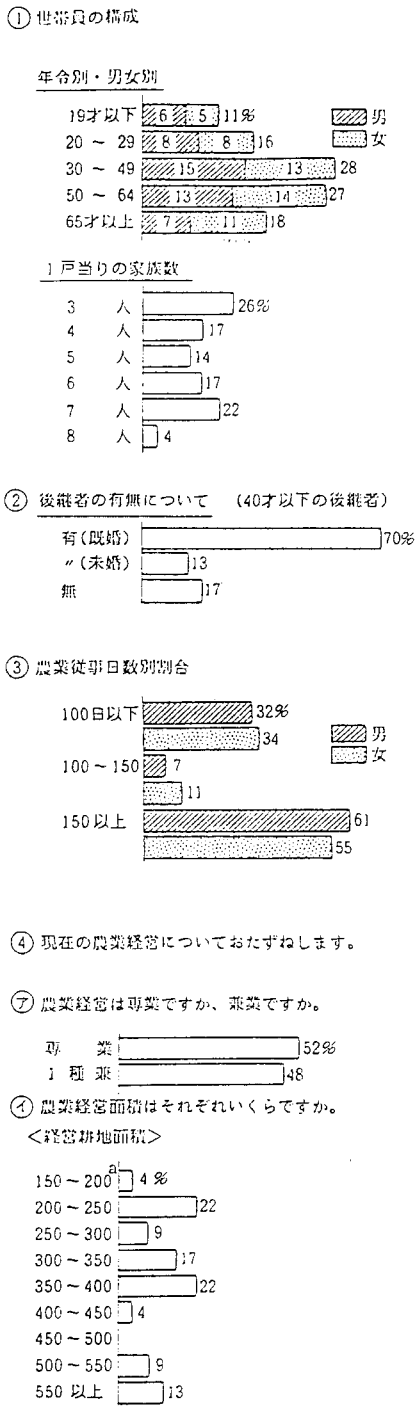
2）調査の対象

調査は、昭和６０年度までに造成した第６工区団地４０haに関係する農家３７戸を対象とし、６２％の回答があった。

3）アンケートの要約

○世帯員の構成は、５．０４人であり地域全体の５．５３人より少ない。農業を主とする従事者は男６１％女５５％と過半数を占め農業後継者（４０歳以下）は８３％確保されている。専業農家は５２％と高く地域全体の７％を大きく上回り、経営耕地面積は地域の平均耕地面積１５１ａの２．４倍の３５７ａとなっている。

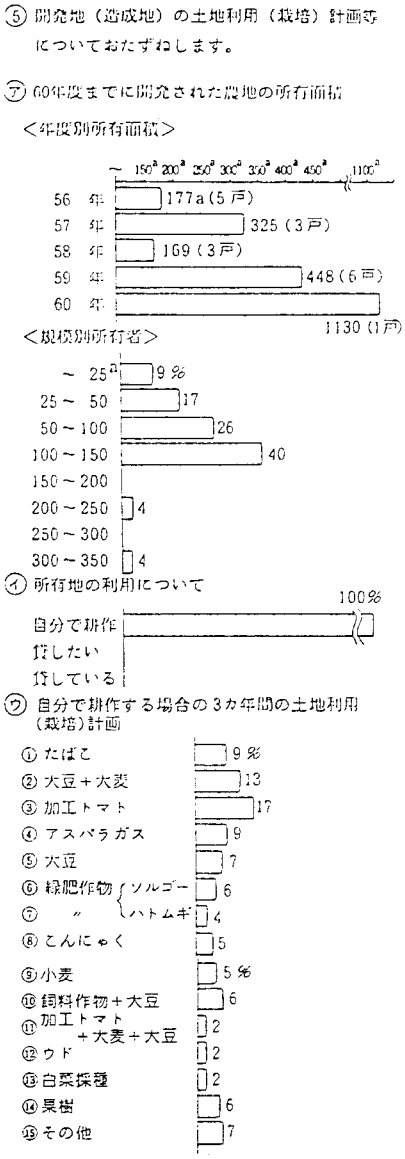
○造成地の土地利用計画では、６０年度までに新しく所有した、平均耕地面積は９８ａで、そのうち５０～１５０haの所有者６６％



が何れも自己耕作を希望している

また、作物の導入については、大豆＋大麦、飼料作物＋大豆、加工トマト＋大麦＋大豆など輪作体系の確立している者もいるが、グリーンアスパラガスなど多年性作物を除き、同一作物の連作が多い。

○今後の農業経営で、専業を目指している農家は５２％第１種兼業４８％と現況と変りはない、また農地借入を希望している者は、３０％を占めるが、何れも水田であり、畑作希望者はいない。農業経営を確立するための意向は、開発地の早期完成を希望する者が１７％を占めているが、他は農業用施設を希望する者が多い。



４）課題

大信村は、新しい村造りのキャッチフレーズのもとに農地造成を行政の一環として押し進め、未植栽もなく農家の感心度も高い。しかし、主産地形成と言うめんから捕えれば作付が総花的で、農家自体も作付に苦心しているものと思われる。今後は行政と一体となって、造成地の拡大に繋が

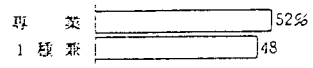
る一貫性のある戦略作物を、見い出し農地保全に努めることが肝要である。

5．おわりに

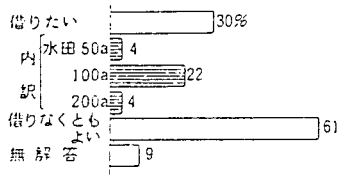
農家は単に作物を生産するだけでは実りある農業の発展に繋がらないことを知り、農地造成の成就は、営農体制の確立にこそある。本地区は地理的にも首都圏近郊地としての有利性をもち乍ら、戦略作物を見い出せず、労働力の老齢化過疎化の状況の中で町村、受益農家、土地改良区などが一丸となって事業推進と農地保全に努めている。

⑥ 今後の農業経営についておたずねします。

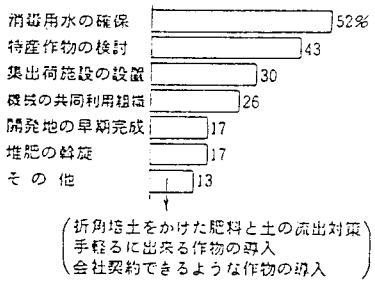
⑦ 今後の経営方向について



④ 農地借入の意向



⑦ 農業経営を確立するための必要な事項



三春南部地区における
改良山成工と保全について

福島県田村ほ場整備事務所　　福地　次雄

Ⅰ、はじめに

県営農地開発事業三春南部地区は、三春南部第一、第二及び第三地区を総称したものであり、地区面積は約600ha に及ぶ。昭和52年度、第一地区の着工以来十年余の歳月を経て、面工事としてはほぼ完了に近づいた。以降、全域を対象として畑地かんがいを中心としたかんがい工事が進められることになるが、地区の全体構想からみて“折り返し点”であるこの時期に、本地区事業執行の過程で発生した技術的諸問題と対応策及びその成否について顧みることは意義深いことと思われる。

本地区の経緯、開発構想、施工、各種試験、調査、開発後の地区の変貌及び今後の問題点等について、既報、福島県三春南部地区の農地開発事業(I) ～(IV)において系統的に報告された[1]。本報においては、“改良山成工と保全”に関し、現場担当者の立場からこれまでに試みられた各種方法のうち、基本的と思われるものについて整理報告する。

Ⅱ、“改良山成工と保全”に関する基本的視点

好適なほ場とは三つの要件、すなわち、土地生産性、労働生産性及び農地保全性が確保されたものである[2]。　開発適地が奥地化し、中山間地帯へと移行するに及んでも、ほ場の生産性を確保す

るということからは、大型機械による施工技術の進歩と相まって改良山成工による造成方式は一般的傾向になりつつあると思われる。本地区においても、地形的条件、営農構想等の面から改良山成工が採用されたが、それは、大規模な運土の必要性とともに、第三の要件である農地の保全性をどのように確保するかということが、その時どきの現場担当者に深刻な問題として提起されることとなった。大地は、長年にわたる変遷の過程で、与えられた諸条件のもと、固有の“平衡状態”を保っていると思われるが、それに人為的に大変革を加えるという行為は、農地保全という視点を不可避なものとする。ここで農地保全とは、設計基準[2)]に従い、狭義に水食に対して農地を保全するという意味で使用する。造成農地が施工当初から安定していることは理想であるが、危険降雨期、あるいは融雪期において、新たに与えられた諸条件のもとに“平衡状態”に達すべく、種々の災害が発生する。それは、施工期間中のこともあり、施工後のこともある。2～3年経過して突然法崩れが発生することもある。現場担当者は、これらの事態に直面した場合、問題を最小限に食い止めるよう努力し、その原因について調査する。再被災がないよう適切な対応を試みるが、それらの経験を踏まえ防災工という視点から必要な措置が施された場合、それは即、農地保全の内容をなすものと思われる。

改良山成工における農地保全は、その侵食特性より以下の三点に分類される。

(1)、畑面の保全－面状侵食及びガリ侵食から畑面を保全する。

(2)、法面の保全－切土及び盛土法面において、リル侵食及び浸潤による崩壊から法面を保全する。

(3)、水路等の保全－承水路、集水路、桝等の構造物を保全する

造成農地を概観した場合、造成面と法面、及び水路等各種構造物の三通りに分類される。三者に対する保全は、一体として農地保全の内容を形成すると同時に、他面、各々には固有の水食特性があり、したがって、その対策として個別に検討される必要がある。

Ⅲ、畑面の保全

造成畑面において、面状侵食、及び集中した流下水が引き起こすガリ侵食を抑えることは第一に重要なことである。営農的手段あるいは草生工法によって土砂流亡を極力抑えることは可能であるが、ここでは考慮しない。土壌及び降雨という自然条件を天与のものとすれば、われわれの対策においては、ほ場の大きさ、及び造成勾配をどれだけにするかということが最大の関心事となる。ほ場の大きさは、地形条件、営農体系等によって規定される。したがって、造成勾配を最大どれだけにするかということが問題となる。造成勾配を決定する要因は、造成に際しての土工量及び耕運機等による作業体係とも密接に関係するが、何よりも水食に対する保全性という点から考慮されるべきである。

かつて、現地に試験ほ場を設け、畑面侵食調査を完施した経緯がある。既報に詳述されているが、重要と思われるため簡潔に引用する。図-2において、斜面長20m、4°、6°、8°、の各勾

配における横畝、縦畝それぞれについて、所与の降雨における侵食量を図-3に示す。この結果について概略言えることは、約4°という勾配が、降雨－勾配－侵食量の関係において一種の“臨界角”としての意味を持つことである。勾配がそれより小さければ、流亡土砂は、無視できる量と思われる。それ以上になると急激に増加する。このような水食特性の機構は充分に一般性を持って解明される必要がある。臨界角の形成においては、種々の条件（土壌の特性、植生の有無、ほ場の配置、大きさ、降雨強度等）が関与すると思われるが、本地区においては、この調査結果及び施工経験に照らして最大造成勾配を4°とした。

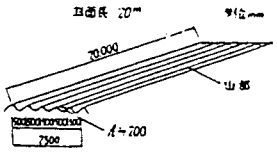


図-1畑面縦畝構造図

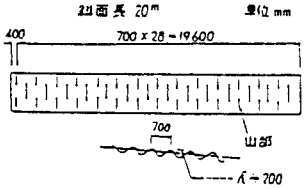


図-2畑面横畝構造図

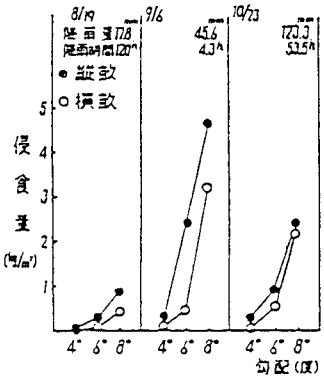


図-3畑面勾配と侵食量

次に畑面の保全に関連して、図-4に畦畔工を示す。それは、法面の保全とも密接に関係するが、流下水を法面に直接放出することなく、法面排水路に導水して“集中処理”することである。この場合、所与の動水勾配－畑面勾配にしたがって水は流下するが、一定の勾配以上になると急激にガリ侵食が進行する。この意味においても、造成勾配は畑面保全上重要である。なお法面は、造成後種子吹付をして、2～3年経過して安定することが期待されるが、築造畦畔を取り払い、流下水を法面に“分散処理”すべきか否かは未解決

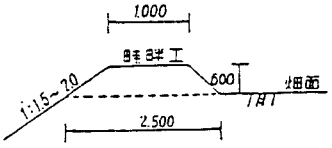


図-4畦畔工（単位：mm）

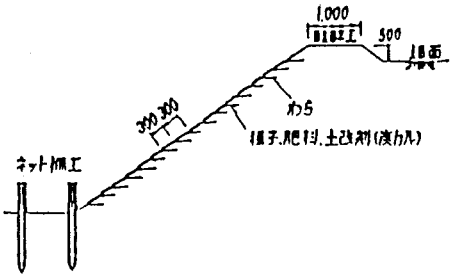
の問題である。一般に、集水域が大きく長大な法面の場合には、畦畔を取り払うことは危険である。

Ⅳ、法面の保全

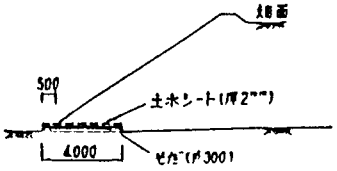
大規模な法面の発生は、改良山成工による農地造成にとって避けることができない。したがって、法面の配置及びその“構造”については、種々の点で充分な考慮が必要となる。法面は、切土法面と盛土法面からなる。切土法面の力学的安定は切土勾配によって決定される。表面流下水によるリル侵食には種子吹付で対応する。盛土法面においても、盛土勾配及び種子吹付は、その保全上基本的な意味を持つ。両者の保全性は同様に確保されなければならない。しかし、法面全体に占める盛土法面の割合が圧倒的に大きいこと、さらに、一度崩壊すれば、それは畑面周縁部における破損となり放置すれば侵食の波及効果は畑面上流に及ぶ進行性のものとなる。そのような事情により、これまで防災上主として問題となったのは盛土法面においてであった。したがって、当事務所においても種々の工法が立案実施されてきたが、以下盛土法面に限定して報告する。

法面の“構造”に関して、まず素朴に考えた場合、小段の設置の必要性如何という問題につきあたる。本地区においては、盛土法面の施工に際して、法面直角方向に湿地ブルドーザーによる転圧を行い、単一の法面として施工しているが、以降種子吹付を実施することにより、一般には充分な安定がはかられた。仮に小段を設置した場合、法面流下水はその部分に一時貯留し、それが法

面の部分的破損につながる。これを防ごうとすれば新たに集水機能を持つ構造物の設置が必要となった。法面の規模にもよるが、植生の繁茂をまって、法面への降雨－表面流下水を“分散処理”するという視点が法面保全上重要と思われる。切土法面においても、ニュアンスの違いはあるが、同様の論理が成立するものと思われる。



図－5 わらぶき筋芝工構造図（単位：mm）



図－6 法面崩壊防止構造図（法尻湧水処理）（単位：mm）

法面の破損及び崩壊は、表面流下水に基づく場合と、地下水あるいは伏流水の浸潤に基づく場合がある。大規模な法面崩壊は、両者の相剰効果によるものと思われる。既報において、法面のリル侵食を防止し、安定を図るため、“わらぶき筋芝工”を実施した例（図－5）、過剰水の排除を目的として法尻湧水処理を施した例（図－6）、について報告されたが、それぞれ特色を有し、ある程度の効果を上げることができた。

主に、法面への降雨による流下水に対応し、かつ力学的安定を図るという立場からは、縁端転圧工法による盛土[3]及びそれに続く種子吹付工という対応が最良のものと思われる。しかし、近年、改良山成における高盛土法面の設計施工に、アースダムの考え方を一部取入れて排水転圧を重視した試験施工例が報告された[4]。谷部を埋立てることによって発生する高盛土部の過剰水から法面の崩落を防止するということは、いずれの現場においてもその有効

な対応が求められていると思われる。

図一7の“砕石ドレーン工法”は、現在、当事務所における標準的復旧工法であり、昭和59年度以来、十数ヶ所の施工実績を持ち、昨年8月5日の200 mm／day をこす集中豪雨にも安定であった。その有効性については報告した経過があるが、以下その特長について述べる。

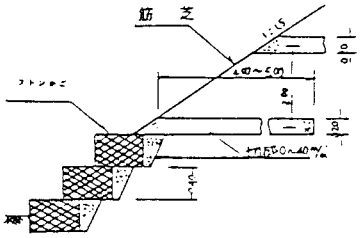


図-7 砕石ドレーン工法

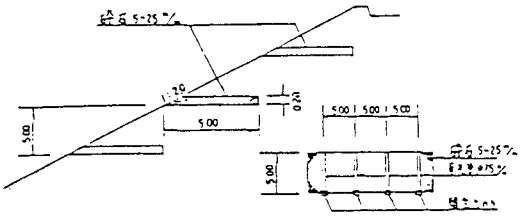


図-8 砕石ドレーン工法（防災工事）

(1)、法尻部にフトン籠を設置し、かつ地山との間に土粒子の吸い出しを防止するため砕石を使用した。それは、この部分に集中する過剰水を有効に排除するということのほかに、フトン籠の自重により力学的安定を図ることの意味がある。これは、溜池における腰石積の機能に類似していると言えるかもしれない。因にこの場合、少々の不等沈下にも柔軟に対応できるという利点がある。

(2)、ほぼ水平、層状に砕石層を設けた。本工法の特長はこの点にある。過湿地における地下水面は、雨期、乾期を通じて上昇し下降する。この繰り返しの過程で、当初“均等”に盛られたはずの法面内部においては、いつしか、ポーラスな状態になりさらに地下水の法面への流動に伴い、土粒子の散逸に拍車をかける。それはつまるところ、法面の力学的不安定ー崩壊となって現れる。施工後、2～3年を経て突然滑り出すという事態の

発生は、以上の推測の妥当性を立証していると言えるかもしれない。このような事態に有効に対応するためには、内部から“不均等”に流亡しようとする土粒子に対し、外部に散逸しないような“構造”を法面内部に作る必要がある。砕石層は法面方向への若干の傾斜をつけてまき出し転圧される。過剰水は、主にこの部分を通してのみ法面に排除される結果として土粒子の流亡を防ぐことが可能となる。

(3)、法面に筋芝工を施した。法面流下水は可能な限り“均等分散”する必要がある。筋芝工はこの目的にかなったものでありかつ土羽の締め固め効果は付随的に土羽の安定をもたらす。

この工法には、現場条件により各種バリエーションがあるが、本質的なことは上記三点に尽きる。次に、防災的視点に立った場合、図-8に一例を示す。この場合、縁端転圧工法の過程で砕石層をまき出し転圧すれば良く、したがって、以上述べてきたことは事前に、“危険地帯”を予測することにより、経費の面から、むしろ防災的視点に立った場合有利と思われる。

これまで法面勾配について言及しなかった。法面崩壊を抑制、もしくは抑止するとした場合、地下水の挙動に対する観点とともに、最終的には、力学的安定について定量的に考察することは不可欠であるが、目下検討中である。一般に緩勾配を採用すれば安定である。他方、畑面の有効（作付）面積を確保するという意味からは急勾配を採用しなければならない。力学的安定が図られたという前提でどこまで急勾配を採用することができるかというこ

とは重要な技術的関心事である。

V、水路等の保全

流水は、地形条件に応じて分散し、集中する。したがって、水食に対して農地を総合的に保全するとした場合、一面において水を“集中処理”するという視点が重要となる。

図-9～11は、既報において説明された。個々について詳述は控えるが、いずれの場合にも成立する基本的論理は次のようなことと思われる。まず、“集中処理”として、水路自体を考えた場合それは地区全体に適正に配置されると同時に、個別には、所与の通水能力が確保されなければならない。このような観点からは、オーバーフローするという事態は考慮外となる。次に土羽との接続部分については、ガリ侵食あるいは、まれに浸潤による侵食を受けることとなるが、集中処理に移行するための補助機能が必要になるということである。このような補助機能を持つ“補助構造物”の設置は、中山間地帯の改良山成工造成において一般に決定的な意味を持つことが多い。急勾配の水路の崩壊は、ひいては造成面の崩壊となる。

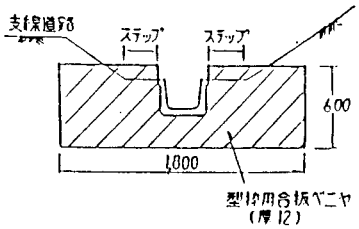


図-9 合板ベニヤ止水壁構造図

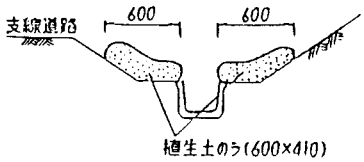


図-10 植生土のう設置構造図

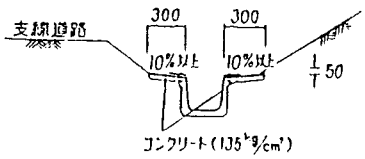


図-11 コンクリートライニング構造図

集中処理をどのように完全にするか、本地区においても種々の試みがなされてきた。ここではそのすべてに言及することは避け

2~3 の特徴的なものについて報告する。

図－12は最近の試みであり、水路の両側に砕石を使用したものである。砕石は土羽に比較し、耐食性において非常に優れており、またこの部分を流下する水は一様に分散し一部水路に入る。仮にオーバーフローがない場合、このような構造でほとんどの勾配において支障のないことが確認されている。砕石は、暫時、集水処理に移行するための“緩衝材”としての役割をはたす。もし、浸潤による侵食が危ぐされる場合、土粒子の吸い出しを防止するため、帯状に一定の間隔で“砕石で巻く”方法も考えられる。分散処理するために天然からの素材である砕石を使用するという視点は、卑近には道路の敷砂利に始まり、吸い出し防止の素材、また前述の砕石ドレーン等々、その一般性という点で用途が広く、非常に重要と思われる。

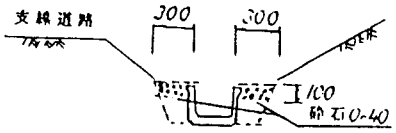


図-12 砕石埋戻し工（単位：mm）

次に、水路の特殊な形態としての“法面排水路”であるが畦畔工によって導水された水は、法面排水路を通して集中処理される。その保全においては、一般水路と共通する視点を持ちつつも、法面に急勾配に設置されるため、特別な配慮が必要となる。

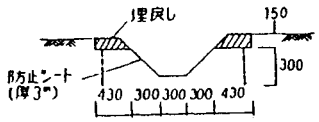
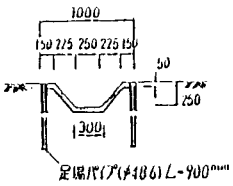


図-13 法面排水路構造図（防水シート）



呑口工

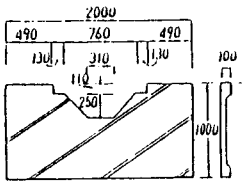
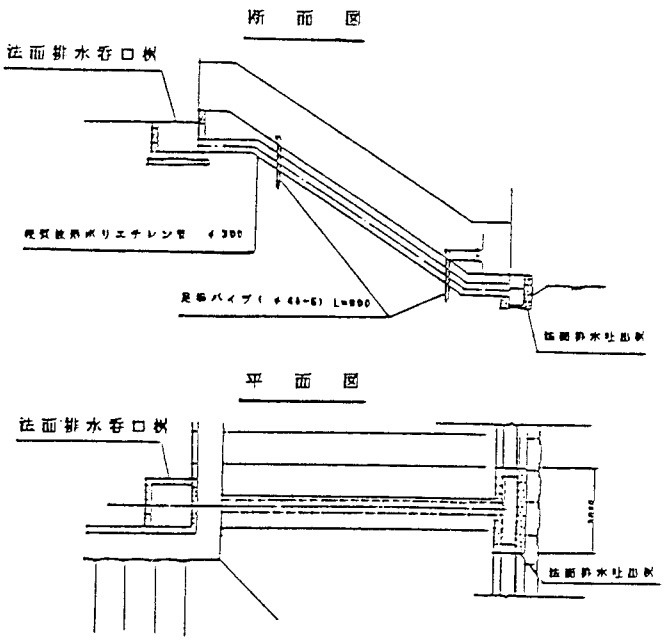


図-14 法面排水路構造図（コンクリート二次製品）
（単位：mm）

図-13，14は既報に示された例であるが永久構造物と考えるのか、法面が安定する数年の間の暫定構造物とするかで対応が異

なる。後者に対しては、図－13の防水シートが妥当である。もしオープンのままで、永久構造物を作るとすれば、図－14のコンクリート二次製品による方法が考えられる。この方法は、生コンクリート打設に比べ施工性において有利であるが、急勾配水路として、土粒子の吸い出しによる内部からの崩壊には充分な配慮が必要となる。より一般的には、ベンチフリュームによる施工も考えられる。両側に砕石を使用することにより、法長６ｍまでの施工実績では、破損はほとんどなく良好な結果が得られている。一方長大な法面になった場合は、図－15における暗渠方式が考えられる。これまでの施工実績からは、災害はほとんど発生していない。この場合呑口桝の設置は不可欠であり、例示では畦畔を利用して、集水機能を確保している。下流部には吐出桝を設置、水勢の減殺を図る。この場合、流水の“平面交差”は避けるべきである。



図－15　法面排水路（硬質波形ポリエチレン管）

Ⅵ、おわりに

農地をどのように保全するかということは、事業着手以来そ

の時どきの現場担当者に課せられた重要な問題であり、試行錯誤を繰り返しながら種々の対応がなされてきた。もし当地区の農地保全において、固有の特長があるとすれば、各担当者の創意工夫と経験の集積によるものである。

本文中、集中処理と分散処理について述べた。捕えどころのない“水”という実体、それによる侵食から農地を保全するためには、両者の考え方が同時に要求される。仮に集中処理方式のみでは、分散処理という視点が欠落し、逆もまた言える。両者の調和ある処理形式が、各現場の具体的対応において求められる。

農地保全に係る現場諸条件は複雑である。あるいは本報告は、三春南部地区としての特殊性、局地性に立脚した“私見”としての域を出ていないかもしれない。会員諸氏の御判断を乞うものである。

〈参考文献〉

1）、福島県三春南部地区の農地開発事業(I) ～(IV)、農土誌 54（5）（1986）

2）、土地改良事業計画設計基準　計画　農地保全　農林水産省構造改善局　（1979）

3）、採草畑造成における計画・施工例，農土誌　54（10）（1986）

4）、農地造成工事における高盛土法面の設計・施工について　農土誌　52（12）（1984）

草地造成の設計・施工
―改良山成工の課題―

農用地開発公団　　宮田満寿雄

Ⅰ　はじめに

草地造成工は、農用地造成の一分野であり、基本的な工程に大きな変りはない。

農用地造成の工法としては、山成工、階段工、改良山成工が代表的なものである。

近年農用地造成の予定地は、次第に地形等条件の厳しい地域で実施せざるを得なくなっている状況にある。一時代前には、急傾斜地域では樹園地造成を中心に階段工が多くみられたが、みかんを代表とした農畜産物の需給の変動もあって、その圃場としての効率性の制約から次第に姿を消しつつあり、今日では全国的に改良山成工が中心的工法となっている。農林水産省が内地の国営 120地区についての造成工法調査では、全体の約 2／3 が改良山成工を採用している（図－１）。

草地造成の場合は、急傾斜地帯を山成畑の不耕起工法による放牧地利用が可能であるが、近年次第に改良山成工の比重が増してきている。農用地開発公団における造成工法の実績は、図－２のようになっている。

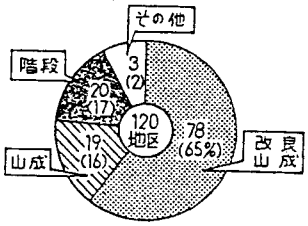
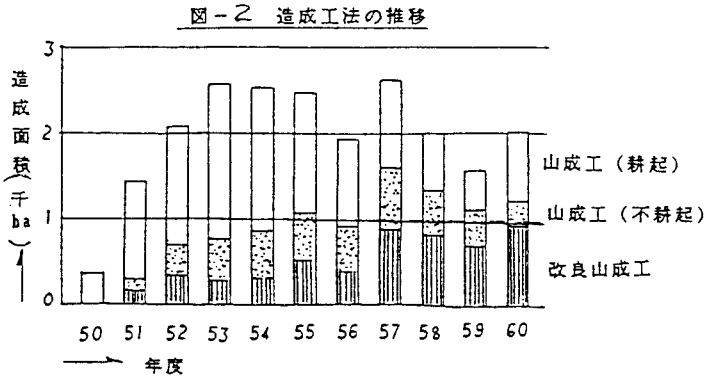


図-1　造成工法の内訳



近年急傾斜地帯での農地造成は、建設機械等の進歩ともあいまって、技術的には相当厳しい地域でも造成は可能である。

しかし、昨今の農業、特に農畜産物価格及び農家の経営をめぐる情勢は厳しく、これに起因して造成コストが大きな問題となりつつある。

畜産においても、牛肉の輸入自由化攻勢、低収益性等から特に厳しい整備コスト低減を各方面から求められている。

一方、受益者からは、草地とはいいながら機能的で汎用性の高い圃場を求める声は強く、又社会的には環境保全についての厳しい対応を求められている。農用地造成を担当する技術者としては，低廉で効率的かつ安全な圃場を追求することは当然の義務としても、大変難しい課題を負いながら事業の実施に当たっているというのが現状である。

Ⅱ　改良山成工の選択要件

農用地造成工法の選択に当たっては、導入作目、営農作業体系等を考慮しつつ、土地生産性と労働生産性の向上を目標として開発予定地の傾斜、土質、土性、気象等の自然条件を総合的に判断して決めることとなる。ここで改良山成工を選択する場合の基本条件の第一は、現況傾斜度（＝土地傾斜分級）ということとなっている。しかし、結果をみてみると、傾斜度（分級）と、工法選択の関係が必ずしも一致しないことがある。

表－１で①、②、⑥、⑧の地区では、傾斜の緩い面積（15°以下）の割合と、山成工の面積の割合が比較的近い値にあるが、他については、相当の差がある。このことは、傾斜度の調査精度もさることながら、工法選択の要件としては必ずしも傾斜度だけということでなく、別の要因、つまり地形の凹凸の状況（褶曲の度合とでも表現すればよいか？）のような別の要因があるのではないだろうか。

表-1　阿武隈八溝開発における造成工法と傾斜度

単位：(%)，ha

地区名	造成工法				現況傾斜度		
	山成工	改良山成工	不耕起	計	15°以内	15°以上	計
①阿武隈南部	(55) 301	(32) 173	(13) 69	(100) 543	(42) 228	(58) 315	(100) 543
②いわき	(50) 253	(46) 233	(4) 18	(100) 504	(38) 191	(62) 313	(100) 504
③阿武隈北部	(8) 42	(65) 340	(27) 145	(100) 527	(47) 247	(53) 280	(100) 527
④阿武隈中部 第一	(4) 21	(83) 413	(13) 62	(100) 496	(40) 200	(60) 296	(100) 496
⑤　〃　第二	(−) 2	(91) 415	(8) 38	(100) 455	(57) 258	(43) 197	(100) 455
⑥多賀	(7) 44	(36) 225	(57) 350	(100) 619	(17) 105	(83) 514	(100) 619
⑦八溝西部	(22) 137	(78) 477	(0) 0	(100) 614	(75) 461	(25) 153	(100) 614
⑧甚山	(38) 145	(30) 113	(32) 125	(100) 383	(41) 158	(59) 225	(100) 383
計	(25) 1,064	(53) 2,291	(22) 951	(100) 4,306	(40) 1,741	(60) 2,565	(100) 4,306

Ⅲ　改良山成工の課題

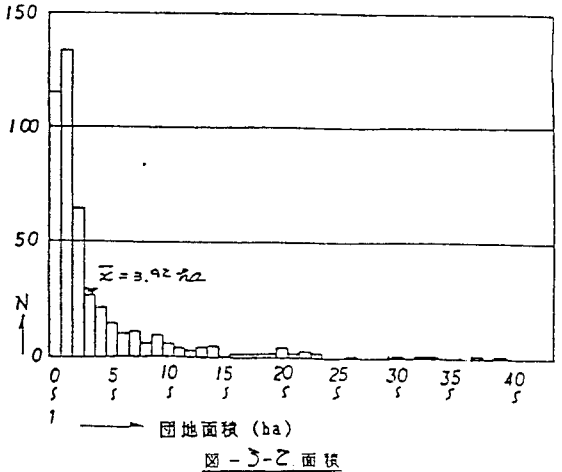
1　公団事業における改良山成工の実績

公団事業において今まで実施した改良山成工の割合は、全造成面積34,500haのうち 3,300haで約10%である。

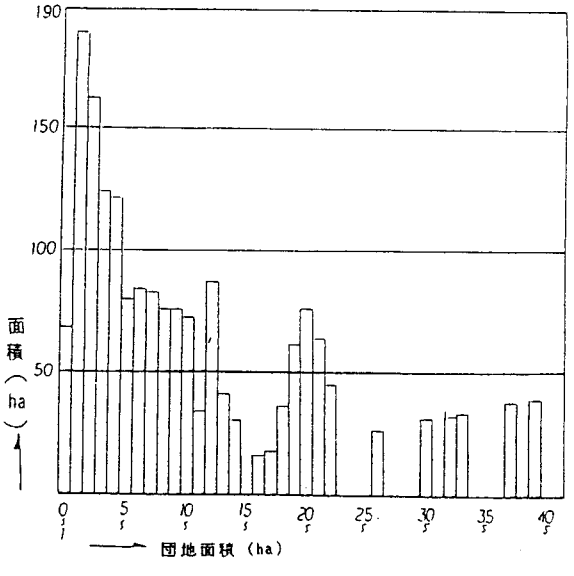
最近５か年間に実施した改良山成工の１団地当たりの平均面積は４ha弱で比較的規模が小さいのが特徴である（図－３）。

次の１ha当たりの土工量をみてみると、図－４のとおりで平均 8,800㎥／haであり、特異なものを除けばおおむね20,000㎥／ha以下の結果となっている。

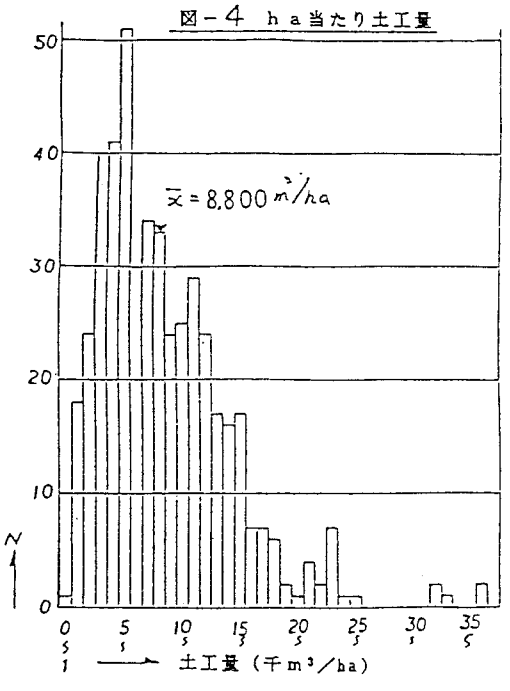
図－3-1 団地面積



図－3-2 面積



図－4　ｈａ当たり土工量

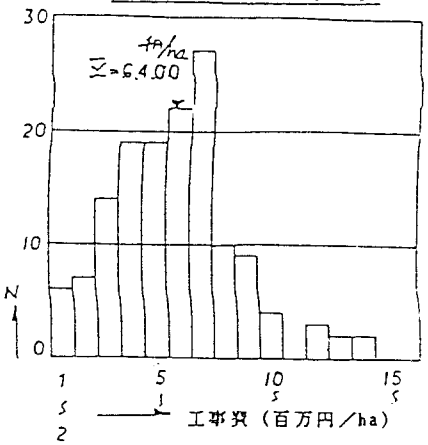


１ha当たりの工事費は図－５のとおりで、正規分布に近い傾向を示している。平均で 6,400千円／haである。

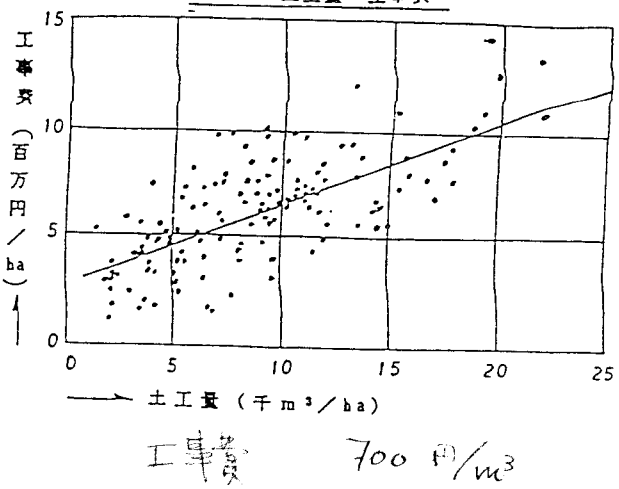
次に、土工量と工事費の相関をみてみると、図－６に示すように相関傾向はみ

うけられるが、かなりのバラツキがある。このことは、切盛土工が改良山成工の工事費を決める大きな要因であるが、その他（防災工等）の工事費もかなり影響していることによるものと思われる。

図－5　ｈａ当たり工事費



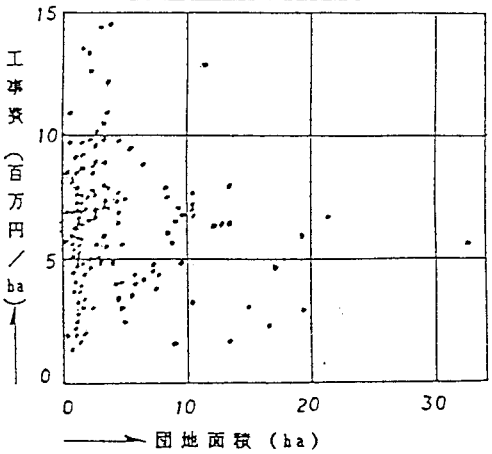
図－6　土工量～工事費



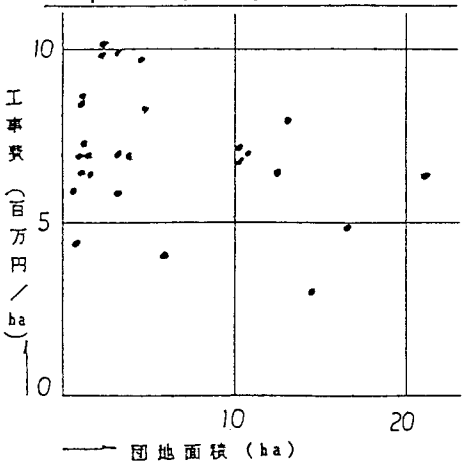
団地面積と造成費の関係については、図－７のとおりであり、１団地当たりの面積と造成費については相関がみられなかった。

小さな団地については、特にバラツキが大きい。このことは、規模の小さい団地の地形条件や団地周辺の状況が複雑多様であることによるものと思われる。

図－7　団地面積～工事費



図－7　団地面積～工事費（10,000M3／ha規模）



2　改良山成工の特徴

(1) 改良山成工の設計条件と工事費

改良山成工において、地形修正のための土工量の多少は、工事費を決定する

最も大きな要素である。現況傾斜が急なほど土工量が多くなるのは当然として、圃場の区画と造成勾配の設定の仕方によって大きく変わってくる。

区画は小さいほど、造成勾配は急なほど土工量は低減する。

しかし、この傾向はより機能的で良質な圃場を、という営農側からの要求とは相矛盾する。それでは、適正な圃場の区画と造成勾配は何かということになると、様々の説はあるものの、なかなか決め手になる基準は今のところみあたらないようである。

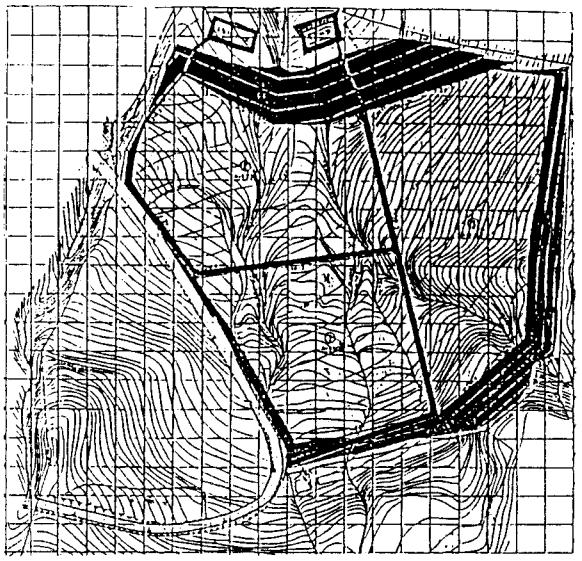
それでは、圃場の区画と、造成勾配の設定条件によってどのような結果となるか、公団のある地区で行った比較設計事例を紹介する。

表-2 改良山成工の比較設計

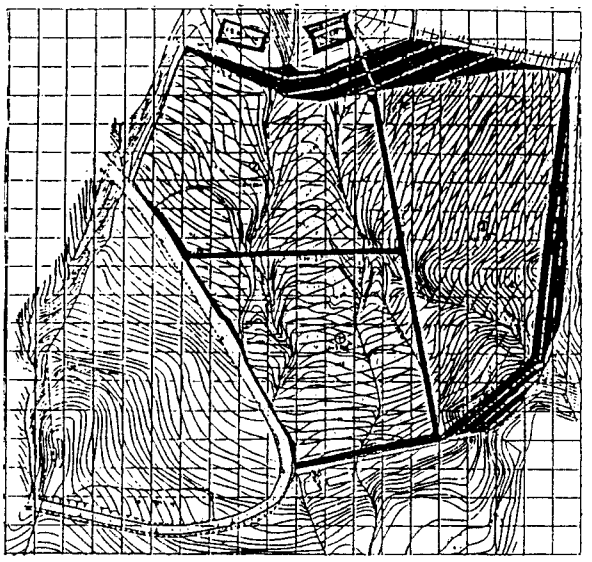
項目 ＼ 圃場段数			1段			2段			3段	
項目 ＼ 造成勾配			4°	6°	8°	4°	6°	8°	4°	6°
面積	地区面積（ha）	A	7.71	7.71	7.71	7.71	7.71	7.71	7.71	7.71
	造成面積（ha）	B	7.07	7.00	7.06	6.87	6.75	6.85	6.82	6.97
	作付面積（ha）	C	5.41	5.65	6.05	5.03	5.47	5.67	4.75	5.25
	作付面積率	D=C/B	0.68	0.71	0.76	0.63	0.68	0.71	0.59	0.66
	同上比率	E	1.00	1.04	1.12	0.93	1.01	1.05	0.88	0.97
土量	切盛土量（m）	F	187,200	154,600	118,100	93,700	74,800	63,800	88,000	66,100
	単位土量（m）	G=F/C	34,600	27,400	19,500	18,600	13,700	11,300	18,500	12,600
	同上比率	H	1.00	0.79	0.56	0.54	0.40	0.33	0.53	0.36
工事費	工事費（千円）	I	76,100	64,700	53,400	48,900	40,500	38,900	47,300	40,200
	防災工事費（千円）	J	14,600	15,000	15,400	20,600	18,100	19,500	19,200	19,600
	防災工事費率	K=J/I	0.19	0.23	0.29	0.42	0.45	0.50	0.41	0.49
	単位工事費（千円／ha）	L=I/C	14,100	11,500	8,800	9,700	7,400	6,700	9,900	7,700
	同上比率		1.00	0.81	0.62	0.69	0.52	0.48	0.70	0.55

現況傾斜度：12．06°

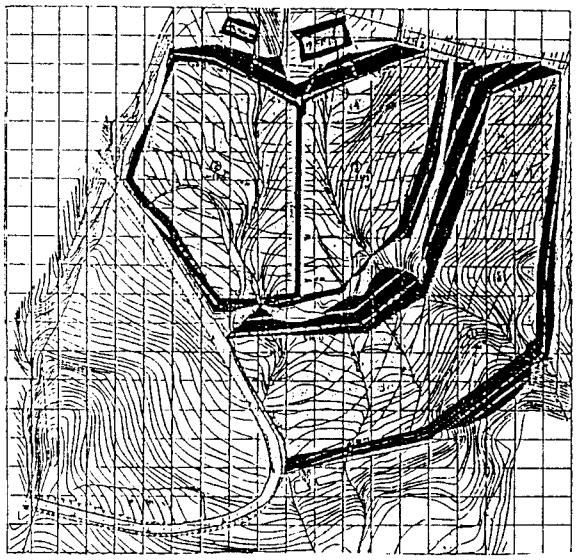
1段4°



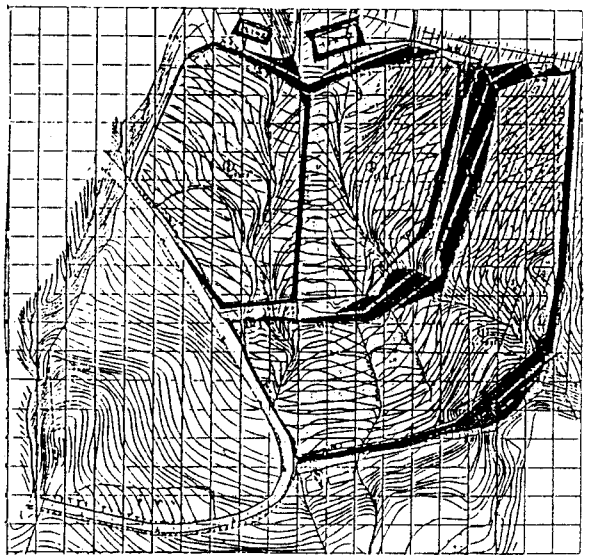
1段8°



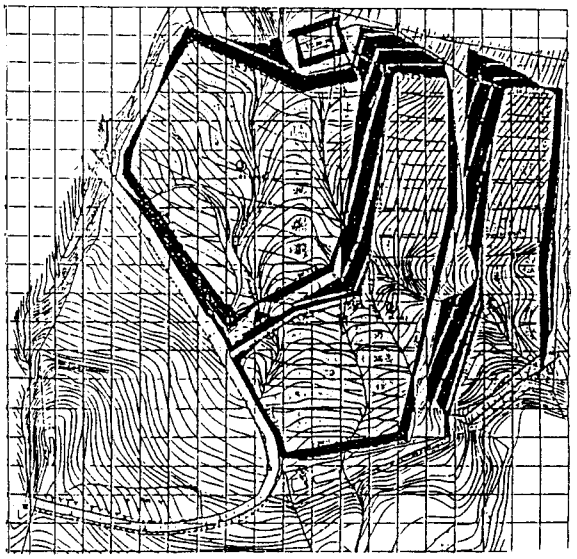
2段4°



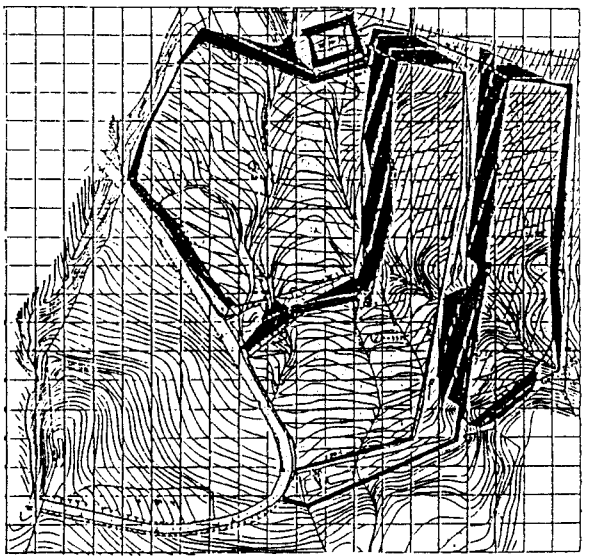
2段8°



3段4°



3段6°



(2) 現況の表土利用について

作物の生育上、農地の保全上から有機質に富んだ表土が優れていることはいうまでもない。この点、山成工では、このことに関する問題はないが、改良山成工においては、技術的にも経済的にも表土を利用しようとする場合は難しい問題をかかえている。

改良山成工では、一般に表土と心土を区別しないで切盛作業が行なわれるので必然的に表土は盛土中にまぎれこんでしまうことになる。そこでこれを利用する（表土扱い）にはどうするかというと、一般的には造成予定地の計画高に近い部分を先行して一定面積造成し、ここに全体に必要な表土を集積し、これを基盤造成後に敷均すという方法が採られるが、この方法の適用は緩傾斜で施工手順の組みやすい条件の場合に限られ、急峻な場所では不可能である。表土扱いの工程としては表土のはぎ取り・戻しの２工程が必要であり、仮に表土厚25cmを平均運土距離50m程度で行うと仮定すれば、ha当たりの表土扱土工量は、

0.25 m×10,000㎡×２＝ 5,000㎥

であり、工事費は概算で、

5,000㎥× 250円／㎥＝ 1,250千円／ha

となり、この金額は標準的な山成工法の造成費にほぼ匹敵する。

貴重な表土を活用する有効な方法はないものだろうか。

(3) 防災対策について

農用地造成は、開発行為であり、いずれの工法によるにせよ、従前の自然を何らかの人為的手段により変えることとなり、必然的に従前の自然的機能は変化する。この変化の程度は、現況に加える物理的変更の度合に比例する。この傾向は、地形の変更度合の最も大きい改良山成工において顕著である。特に最近の改良山成工の実施事例の中には、山ごと削り取ってしまうようなケースもみられ、水文はともかく気温、風等気象条件まで変わってしまうこともある。

現在、環境保全対策は、農用地開発を行う場合の最も重要な要件となっており、優良な農地は、農地保全と環境保全問題を充分クリアーしたものでなかればならない。しかし、これらの問題の因子は水や土であり、農用地造成にとってとくにその流動メカニズムについては、まだまだ未解明の点も多く、さらに農用地開発予定地の地形や土質等の条件は千差万別であり、公式や基準どおりの施設を施しても水や土はなかなかこちらの思うような挙動をみせてくれない。

防災対策に万全を期たすことは、技術的には可能であるが、その費用は当然増嵩する。ちなみに公団で造成した任意の団地について工事費に占める防災工費の割合を調べてみると、表－３のようになる。最低で18%、最高で47%、平均で29%となる。又、この調査の範囲では、防災工費率は団地面積や、単位土工量とは相関関係はみうけられない。

表3 防災工費の割合

団　地	造成面積 (ha)	ha当り土量 (m/ha)	ha当り工事費 (千円/ha)	ha当り防災工費 (千円/ha)	防災工比率
1	29.5	14,500	4,400	1,500	0.34
2	20.2	21,200	8,500	3,400	0.40
3	13.6	18,300	12,000	3,000	0.25
4	4.4	11,300	4,000	1,200	0.30
5	3.7	11,400	5,300	2,500	0.47
6	3.5	11,800	5,200	1,400	0.27
7	2.8	23,300	14,700	2,700	0.18
8	2.6	21,700	9,000	2,200	0.24
9	2.4	27,200	14,300	4,000	0.28
10	2.0	10,600	7,400	2,300	0.31
11	1.8	13,500	6,200	2,300	0.37
12	1.5	11,600	8,200	1,300	0.16
13	1.5	10,100	5,000	1,900	0.31
14	1.0	21,500	10,400	2,700	0.26
15	0.7	5,400	3,100	1,100	0.35
平　均	6.1	15,600	7,800	2,200	0.29

Ⅳ　おわりに

今、日本の農業は厳しい局面に立たされている。農畜産物の輸入自由化圧力、農畜産物価格が他国に比べて異常に高いとする批判が連日マスコミを賑している。こうした情勢の中にあって農用地開発についても、コスト低減について各方面からの強い要請がある。

しかし、開発予定地の自然条件等は次第に厳しくなっており、我々農業土木技術者としては真剣にこの問題に取り組んでいかねばならない。

農用地開発の歴史は古く、恐らく人類始まって以来の最も古い土木技術の一つであろう。こうした永い歴史によってまだ問題は残されているものの、現在実施され

ている山成工、改良山成工等一般的造成工法の分野では開発技術は相当完成された領域に達していると思われる。

工事の合理化についても、近年の建設機械の急速な進歩により、今日では最も機械化の進んだ建設分野の一つである。

こうした情勢にあって、農用地造成、特に改良山成工については、工事費を左右する主要な因子は土工事であり、このコストの引下げが出来ないかぎり大幅なコストダウンは相当難しいといわざるを得ない。

したがって、今後の農用地開発については、一般世論の批判に耐え得る開発のあり方についての社会的、技術的な総合的検討が必要であろう。

草地造成の分野で具体的にいえば、不耕起造成、林間放牧等についても研究を強力に進め、低廉で効率的な造成技術を早期に確立する必要がある。

《参考文献》

「草地造成の合理的開発技術確立調査報告書　1987年」；農用地開発公団