

第7回研究集会プログラム

期 日 昭和61年7月17日（木）～18日（金）

会 場 石川県文教会館ホール

テーマ：土地生産力と農地保全

I 研究発表会 昭和61年7月17日（木）AM. 9:00～PM. 17:00

- | | | | |
|------------------|-------------|-----------------|-------|
| 1) 部会長挨拶 | 9:00～9:05 | 東京農工大教授 | 穴瀬 真 |
| 2) 来賓祝辞 | 9:05～9:10 | 北陸農政局長 | 坂根 勇 |
| ” | 9:10～9:15 | 農用地開発公団理事 | 柴田巳千夫 |
| 3) 歓迎の辞 | 9:15～9:20 | 石川県農林水産部長 | 藤野 欣一 |
| 4) 土地生産力の保全と農地開発 | 9:30～10:15 | 東京大学農学部 | 中野 政詩 |
| 5) 雨滴侵食の基礎的研究 | 10:20～11:05 | 島根大学農学部 | 福桜 盛一 |
| 6) 改良山成工の計画設計 | 11:10～11:55 | 農業土木試験場農地整備部 | 佐藤 寛 |
| 7) 昼 食 | 11:55～13:00 | （映画“加賀・能登めぐり”他） | |
| 8) 即地破碎工法 | 13:00～13:45 | 農用地開発公団技術管理室 | 姥浦 敏一 |
| 9) 能登半島の農業開発 | 13:50～14:35 | 北陸農政局 | |
| | | 能登土地改良調査事務所 | 高馬 繁一 |
| 10) 開発地営農の保全 | 14:40～15:25 | 石川県農林水産部 | 中村 敏 |
| 11) 総合討論 | 15:35～17:00 | 各講師パネラー | |
| II 懇 親 会 | 17:30～19:30 | 於 石川県文教会館 | |

第1、2会議室（4F）

III 見 学 会 昭和61年7月18日（金） 8:30～17:30

Aコース 国営農地開発珠洲地区現地研修

Bコース 河北潟干拓地及県営農地開発能登島西部地区現地研修

目 次

あ い さ つ

農地保全研究部会長	穴 瀬 真	1
1. 土地生産力の保全と農地開発		
東京大学 農学部	中 野 政 詩	3
2. 雨滴侵食の基礎的研究		
島根大学 農学部	福 桜 盛 一	13
3. 改良山成工の計画設計		
農水省 農業土木試験場	佐 藤 寛	23
4. 即地破碎工法		
農用地開発公団	姥 浦 敏 一	34
5. 能登半島の農業開発		
北陸農政局 能登土地改良調査事務所	高 馬 繁 一	50
6. 開発地営農と保全		
石川県 農林水産部	中 村 敏	61

あいさつ

農業土木学会 農地保全研究部会
部会長 穴瀬 真

今後の農地の備えるべき基本的条件として次の3条件、すなわち、1. 土地生産性があること、2. 労働生産性があること、3. 保全性があることがあげられています。この最後の保全性は極めて大切なことであり、作物生産性を維持し、増進させて安定的な農業を営むため、肥沃な土壌の流亡を抑え、法面のすべり、崩壊等を防止し、農地が保全されて生産性を保持していくようにすることが農地保全の大きな役割といえましょう。従ってそのような農地保全のためには、農地は如何にあるべきかを考え、それは既存の農地でも、新しく農地造成をする際にも追及されていかねばならないことになります。

この農地保全という学問分野は日本では比較的新しく、戦後急速に発展してきたといわれています。それは日本農業が水田を主体とし、それが中心になって発展してきたことに起因するからだといわれています。この農地保全、特に土壌保全の研究はアメリカ、ソ連で発達しています。アメリカの開拓はこの200年間に急激かつ破壊的に行われてきたため、はなはだしい侵食を生じ、そのため土壌保全局を設けてその研究を行ってきています。それでもアメリカの土壌侵食は塩類集積と共に大きな問題となっているのが現状です。一方ソ連では春の雪解け時期の流水による土壌侵食が特徴であって、農地の保全はここでも重大な問題であり、これに関する研究は極めて盛んに行われてきています。

これら米・ソにおける土壌侵食の研究を日本では学んできましたが、それらの保全のやり方を直接にわが国に適用することはできません。それは農地をとりまく環境条件、土壌、気候、作物などが大きく異なるからであります。

この点に関してわが国でも最近農地保全の研究が盛んに行われ、わが国における農地保全という学問の体系がつくられてきました。このような背景の中で農業土木学会のなかに農地保全研究部会が設立されて今日に至ったのであります。

農地保全研究部会の研究集会も今回で第7回を迎え、この金沢市において

多くの参加者を得て開催することができますことは、大きな喜びであります。

この研究集会は第1回以来農地保全に関するいろいろな問題について討議を行ってきました。農地保全と水食、農地保全対策、生産環境保全とその対策、風土と農地保全、そして昨年が災害と農地保全というようにメインテーマを定めて討議を重ねて参りました。

本年は御案内のとおり土地生産力と農地保全をテーマとして開催することになりました。

先ず基調講演として土地生産力の保全と農地開発の講演を頂き、以下基礎的なものとして雨滴侵食、実際の農地開発における改良山成工の設計の問題点、新しい工法として破碎工法の紹介を頂き、さらに現在内地における開発のメッカといわれる能登半島の開発、その営農と保全について御講演を頂くことになっています。

いま農地開発はさまざまな問題をかかえています。目標年次（昭和67年度）には550万haの農地を確保するということで農地開発は進められていますが、壊廃もあり、現実には厳しい面が多くありますが、この目標に向かって経済的で、いい農地、生産性、保全性のある農地の造成に向かって努力する必要があるわけで、この時にあたり開発の進む能登を控えたこの金沢の地で、本部会の研究集会を開くことができますことは真に意義あることと申せましょう。

この研究集会を行うに当たり地元石川県農林水産部の方々には並々ならぬ御世話を頂き、また北陸農政局の方々にも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。

土地生産力の保全と農地開発

東京大学農学部 中野政詩

1. 土地生産力と農地開発の関係

農地開発により造成された農地基盤には、土地の生産力が従前に増して付与されていなければならない。土地の生産力は、広義には、土地の生産力のほかに、さらに気候、地形、作目、栽培技術、水利、社会性等からくる生産力を加えて解釈されている。従って、農地開発では、気候をのぞいて、土地、地形、作目、栽培技術、水利、社会性すべてが生産力の増大に資するように改良される必要がある。しかし、その中心は、なんといっても土地の生産力の増大のための改良であろう。それは、土地の生産力がもっとも土地の生産力にたいして直接的であるために、従来から言われている土地の生産力は狭義には土地の生産力を意味するということにもつながっている。

土地の生産力は、従来は、土地の作物養分供給力（養分量）として、作物の収量の大きさによって表されてきた。しかし、昭和59年に公布された地力増進法の中では、これは土地の性質に由来する農地の生産力と定義され、土地の物理的性質、化学的性質および生物学的性質の数値にもとずいて評価されるようになり、特に土地の物理性が重要な指標とされている。つまり、土壌中の肥料成分だけでなく、土壌の物理性がどれだけ適性かによって収

量の大きさが左右されるという認識が成文化されたわけである。

そのために今や、農地開発において、造成工程の1つとしてにせよ、造成後の営農指導段階においてにせよ、土木的手段による土壌物理性あるいは土層物理性、土地の物理性の改良による土地生産力の保全にあつい期待が寄せられるようになりつつある。

2. 土地生産力評価のための物理性とその性格

地力増進法では、土地生産力がどのような項目によって評価されているか。土工との関係が深いものを拾いだしてみると、表1のような項目がある。また、土壌が生産力の発現に適切でない物理性を示す場合、その改善目標として表2、表3および表4のような数値を設定している。もとより、この場合の土壌とは、主に人為の影響を受けて土壌として農地等で既に認定され、その働きをしているものを言う。新規造成地の土壌は、それが土壌であるかどうかは別にして、造成土壌とよび、ここに示された項目とその数値によって土地生産力の評価を受けることになるだろう。土地改良事業の中でも、これに類した定めが土層改良の設計基準の中にあり、表5のような目標値が設定されている。これなども、切盛のような水平の土の移動、深耕や天地返し等の垂直的な土の移動、客土のごとき異種土の混入のような土の改変をし終ったばかりの農地開発における造成土壌にたいして適用可能である。この外にも表6や表7のようなものがある。

さて、ここに挙げられている項目を整理すると、①土壌がその

生れつきの本性としてもっている物理性、②外から土壤に水や力がかかったときに示す物理性、③ある厚さの土壤が土層という名称のもとで示す物理性、という3つの性格のものに分類することができる。従って、この諸項目は或る関係をお互いにもっている。この関係は図1のように示されよう。矢印の方向は、その方向で項目の数値が決定されていくという関係を示している。例えば、乾燥密度と真比重がわかれば固相率が知れるというようにである。そこで仮に、①基本項目、②中間項目、③機能項目、という名称を使ってこの上下関係を分類すれば、基本項目の大きさが知れば機能項目の大きさがおよそ見当がつき、逆に機能項目の大きさが知ればだいたい基本項目の内実がおよそ見当がつく。例えば、透水性が小さいと知れば、まず粒径組成が小粒にかたより、次いで密度が大きい、更に間隙が構造的に不都合であろう、などというようにである。なお言えば、かくしてその土壤の何をどう改良すべきか見当づけることもできる。

改めて、こうしてみると、土地生産力は、物理性の側面からは、各々の土壤の基本项目的な物理性のいくつかの数値とともに、これに加えて或る厚さの土壤としての土層の物理性ないし土地の物理性のうちの機能項目の数値によって評価されるものといえよう。

3. 農地開発における工種とその適用の成果

さて、農地開発では、土木的手段によって、土地生産力の増進につながる上記のような諸物理性の数値を得る、あるいは少し

でもこれにちかづけることが、造成直後にそうなるかどうかは別にして、求められる。

そのための工種としては、①表土扱い、②耕起、③砕土、④整地、⑤鎮圧（転圧）、等の通常の面作りの工種に加えて、土層改良に示されている工種も農地開発に当たってもありえよう。それは、⑥客土、⑦混層耕、⑧深耕、⑨心土破碎、⑩除礫、⑪不良土層排除、⑫床締め、などである。農地開発では、新規の土地造成であるから、更に⑬有機物など土壌改良資材の投入が、その土壌中への混入方法の良否まで責任を負うという点で、これも土木的工種としてくわえられる。その他、間接的に土壌の物理性を改変することが出来るということで、⑭乾燥、が積極的にかんがえられてもよい。つまり、乾燥では、土粒子界面における水や化学成分との結合作用に変化をもたらし、土壌構造や保水性をかえる。

こうした工種の適用の場合、いくつかの工種の多重組合わせ施工がもとめられることがある。例えば、重粘質な土が切土部で地表に表れたとき、表土の乾燥・砕土そして有機物投与とともに、心土破碎が併せもとめられるというようにである。どのような工種を併せて適用するかは、その土地の土壌、土層の特性によるが、1つ1つの工種の施工法があえてハードな技術というならば、この組合わせの作り方はいわばソフトな技術として成り立つと考えられる。

ところで、こうした工種は、図1に示した土壌の物理性諸項目のうちの何を改変して生産力の増進に寄与しているか。それは、

土壌や土層・土地の基本項目の数値を直接改変しているものである。土壌や土層では、基本項目の数値が変えられたために、その結果として中間項目および機能項目の数値をかえている。そのために、土地の作物生産機能が高まり、収量の増をもたらし、即ち生産力が増進したといえるようになっている。斯くして、造成農地が作物生産を担う大切な自然環境として生れ代ったことになり、農地開発の目的がはかられたことになる。

工種と収量との関係をつけることは容易ではない。工種と物理性の基本項目の改変の程度との関係はある程度つけられようし、工種と物理性の機能項目の改変の程度との関係はつけ易いであろう。この関係を明白にして工種を適用すれば、造成農地の品質表示を物理性の機能項目の数値によって与えることもでき、もうひとつ農地造成の責任や重みが深くなろう。これは今後の課題のひとつかもしれない。

引用文献

- 1) 土壌・水質・農業資材の保全，博友社　（1985）。
- 2) 土地改良事業における土層改良，農土誌　53（11）
（1985）。
- 3) 営農排水対策の手引き（案），土壌協会　（1984）。
- 4) 土地改良事業計画技術指針（案），（水田高度利用），農土
総研　（1981）。

表 1 生産力可能性分級のための基準項目及び要因項目¹⁾

基準項目	要因項目	判定指標	基準項目	要因項目	判定指標
表土の厚さ	表土の厚さ	層の厚さ cm	障害性	有害物質の有無	重金属、灌溉水等の害作用
有効土層の深さ	有効土層の深さ	"		物理的障害性	盤層、緻密層等の有無
表土の礫含量	表土の礫含量	土層断面中の面積割合	災害性	増冠水の危険性	豪雨による冠水の程度
耕耘の難易	表土の土性	粗 ~ 微		地すべりの危険性	傾斜、母材等
	表土の粘着性	湿润時の農具に対する粘着力	傾斜	自然傾斜	傾斜度
	表土の風乾土の硬さ	乾燥時の農具に対する抵抗		傾斜の方向	支配的な傾斜方向
湛水透水性	作土下 50 cm の土性	微 ~ 粗	人為傾斜	人為傾斜	階段工等のある場合
	作土下 50 cm の最高緻密度	硬度計の値 mm	侵蝕	侵食度	Rill, Gully の発生状況
土地の湿	透水性	山中式注入法等		耐水食性	表土の分散率
	保水性	圃場容水量と萎凋係数の差		耐風食性	風乾土の硬さ等
	湿润度	断面の水分状態			

表 2 水田土壌の基本的な改善目標値¹⁾

土壌の性質	土 壌 の 種 類	
	灰色低地土, グライ土, 黄色土, 褐色低地土, 灰色台地土, グライ台地土, 褐色森林土	多湿黒ボク土, 泥炭土, 黒泥土, 黒ボクグライ土, 黒ボク土
作土の厚さ	15cm以上	
すき床層のち密度	山中式硬度で14~24mm	
主要根群域の最大ち密度	山中式硬度で 24mm以下	
湛水透水性	日減水深で 20~30mm	
pH	6.0~6.5 (石灰質土壌では 6.0~8.0)	
腐植含有量	乾土 100g当たり 2g以上	—

表 3 普通畑土壌の基本的な改善目標¹⁾

土壌の性質	土 壌 の 種 類		
	褐色森林土、褐色低地土、 黄色土、灰色低地土、灰色 台地土、泥炭土、暗赤色土 赤色土、グライ土	黒ボク土、 多湿黒ボク土	岩屑土、 砂丘未熟土
作 度 の 厚 さ	25cm以上		
主 要 根 群 域 の 最 大 ち 密 度	山中式硬度で22mm以下		
主要根群域の粗孔隙量	粗孔隙の容量で10%以上		
主 要 根 群 域 の 易 有 効 水 分 保 持 能	20mm/40cm以上		
pH	6.0~6.5 (石灰質土壌では6.0~8.0)		
腐 植 含 有 量	乾土100g当たり3g以上	—	乾土100g当たり 2g以上

表 4 樹園地の基本的な改善目標¹⁾

土 壌 の 性 質	土 壌 の 種 類		
	褐色森林土、黄色土、褐色 低地土、赤色土、灰色低地 土、灰色台地土、暗赤色土	黒ボク土、 多湿黒ボク土	岩屑土、 砂丘未熟土
主要根群域の厚さ	60cm以上		
主 要 根 群 域 の 最 大 ち 密 度	山中式硬度で22mm以下		
主要根群域の粗孔隙量	粗孔隙の容量で10%以上		
主 要 根 群 域 の 易 有 効 水 分 保 持 能	30mm/60cm以上		
pH	6.0~6.5 (石灰質土壌では6.0~8.0)		
腐 植 含 有 量	乾土 100g 当たり 3 g 以上	—	乾土100g 当たり 2 g 以上

表 5 土層改良の目標値 (計画基準より)²⁾

水 田			畑		
項 目		目 標 値	項 目		目 標 値
土 壌	土 性	砂壌土(SL)	土 壌	土 性	砂壌土(SL)
		軽植土(LiC)			軽植土(LiC)
土 層	作土の厚さ (cm)	15~20	土 層	有効土層のうち密度(土壌硬度)(mm)	10~24未満
	有効土層の深さ (cm)	30~50以上		間隙率(%) {普通土 クロボク土}	30~80 40~90
透 水 性	降下浸透量 (mm/d)	15~25	土 層	作土の厚さ (cm)	20~25以上
	最小透水土層の飽和 透水係数 (cm/sec)	10 ⁻⁴ ~10 ⁻⁵		有効土層の深さ (cm)	40~100以上
地 耐 力	耕うん・収穫時の コーン指数(kg/cm ²)	平均4以上 (最小2以上)	保 水 性	粗間隙 (pF1.8以下)(%)	10~30
	代かき時の コーン指数(kg/cm ²)	平均2以上		細間隙(pF1.8~3.0)(%)	10~15以上
			透 水 性 (mm/d)		20~50以上
			石 礫 (容 積 比) (%)		5 以下

表 6 水田と畑の土壌条件³⁾ (山根)

A. 水田土壌

項 目	理 想 値	許 容 値
土 性	L ~ CL (壤 土) (埴 壤 土)	SL ~ LiC (砂 壤 土) (軽 埴 土)
作 土 深	15 ~ 20 cm	10 ~ 20 cm
有 効 土 層	50 cm 以上	30 cm 以上
透 水 性		
降 下 浸 透 量	10 ~ 20 mm/day	5 ~ 35 mm/day
(日 減 水 深)	(15 ~ 25 mm/day)	(10 ~ 40 mm/day)
最 小 透 水 土 層 の 透 水 係 数	10^{-5} cm/sec 程度	$10^{-4} \sim 10^{-5}$ cm/sec
地 耐 力 [※]		
1 週 間 後	3.0 kg/cm ²	2.0 kg/cm ² 以上
2 " "	4.0 "	3.0 " "
3 " "	5.0 "	4.0 " "

※落水後のコーン指数、SR-II型、2 cmコーンで測定。

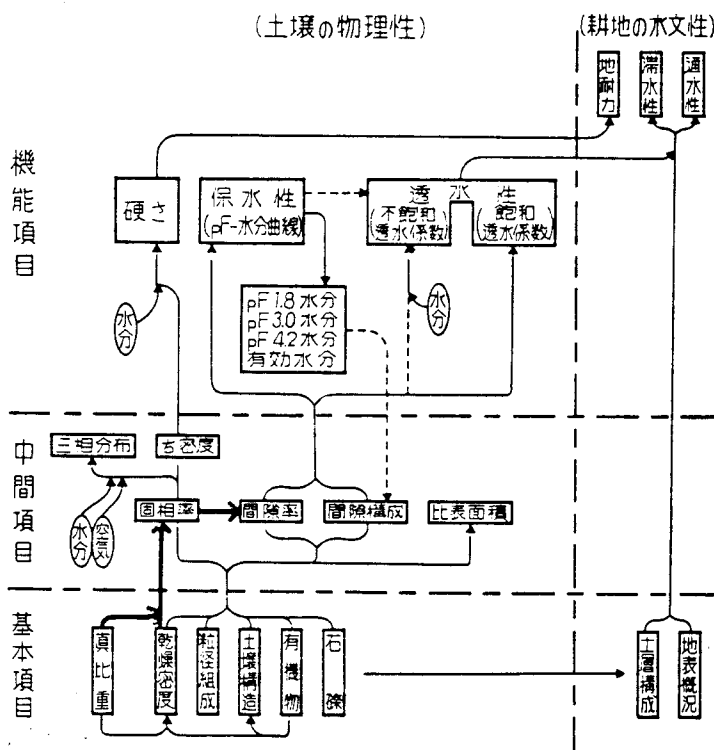
注：地耐力の部分は多田が加筆した。

B. 普通畑土層

項 目	理 想 値	許 容 値
耕 土 層 の 厚 さ	25 cm 以上	15 cm 以上
有 効 土 層 の 厚 さ	100 cm 以上	30 cm 以上
有 効 土 層 の 緻 密 度	10 ~ 15 mm (山 中 式 硬 度 計)	20 mm 以下 (山 中 式 硬 度 計)
間 隙 率	60 % 程度	普 通 土 30 ~ 80 % 黒 ボ ク 土 40 ~ 90 %
粗 間 隙 (pF1.8)	15 ~ 20 %	10 ~ 30 %
細 間 隙 (pF1.8 ~ 3.0)	15 % 以上	10 % 以上
透 水 性	50 mm / 24 hr 以上	20 mm / 24 hr 以上
土 性	L ~ CL (壤 土) (埴 壤 土)	SL ~ LiC (砂 壤 土) (軽 埴 土)
石 礫 (3.5 cm 以上)	な し	容 積 10 % 以下

表 7 水田・畑の土壌条件 (秋田県農試)⁴⁾

水 田	作土 耕土深 18~20cm、
	下層土 透水性 30~40mm/日、地下水位 50~70cm 構造亀裂のあること
畑	作土 毛管より大きい間隙表土30cmに50%以上、空気量15%以上、有効保水量16%以上、 表層30cmに有効水分量35mm以上土壌硬度(山中式)24mm以下
	下層土 透水性60mm/日以上滞水しない、地下水位70cm以下、構造亀裂のあること。



図・1 土壌の物理性および耕地の水文性の項目間の諸関係 (中野)²⁾

雨滴侵食の基礎的研究

島根大学 農学部 福 村 盛 一

I はじめに

わが国の農地のうち、その大半は畑地、樹園地であり、かつ、その大部分が傾斜地に存在する。これに加えて、近年の平坦地に存在する農地の宅地、工場用地への転用の促進に伴い、山間地における大規模な農地造成が実施されつつある。したがって、傾斜農地の保全は緊急かつ重要な問題であるといえよう。

ここで土壤侵食についてみると、従来は砂防的、治山的立場としての土砂流亡についての調査・研究が主流であり、雨滴侵食については、水食の初期段階としての認識程度に止まって来たのである。しかしながら、たとえば三原¹⁾が指摘しているように、雨滴の衝撃の有無は水食量に大きい影響を及ぼし、土砂流亡の見地からも無視することはできない。

筆者は、雨滴侵食を雨滴（水滴）と土壤表面との衝突現象としてとらえ、その機構を明らかにしようとして来た。以下にこれまでに得た²⁾、³⁾の知見を報告する。

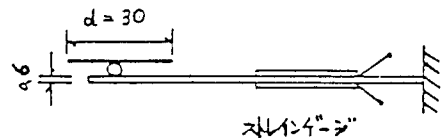
II 衝撃に対する雨水滴の破砕の影響

雨滴侵食については、Ellison²⁾や Eker³⁾をはじめとしていくつかの研究があるが、いずれも上述の衝突現象としての把握はなされていない。土壤粒子の飛散は、雨水滴の衝突による衝撃と、雨

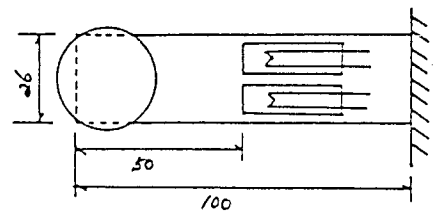
水滴そのものの破砕が大きい要因であると考えられる。したがって、雨水滴による衝撃の大きさは衝突時に大きい変形を示さない物体の場合とは大きく異なるものと考えられる。衝突現象を明らかにするための第一歩として、この点を解明しようとした。

弾性体に衝撃を加えた場合、そのヒズミの大きさは衝撃の大きさに比例すること⁴⁾が知られている。こ

れを利用して図2-1に示したようなセ



ンサーを作成し、衝突時の運動量とヒズミ、つまり衝撃の大きさとの関係を求めた。供試体は、 $2 \sim 5 \text{ mm}$ の水滴と質量 $0.04 \sim 2.21 \text{ g}$ の範囲にあるナイロ



ン球、しんちゅう球、銅球である。これらの衝突速度は次式によって求め、

写真による実測値と比較して平均1% 図2-1 センサー

以下の誤差であることを確認した。

$$\frac{dz}{dt^2} = \frac{3C_D}{2d} \frac{\rho_a}{(2\rho_w - \rho_a)} \left(\frac{dz}{dt} \right)^2 - \frac{2(\rho_w - \rho_a)}{2\rho_w - \rho_a} g \quad (1)$$

ここで、速度は dz/dt 、 d は球の直径、 ρ_a 、 ρ_w は空気と球の密度である。また抵抗係数 C_D は下記のレイノルズ数の関数として与えられる。

$$C_D = \frac{a}{Re} + \frac{b}{\sqrt{Re}} + c \quad (2)$$

測定結果を図2-2に示した。これから明らかなように、銅球等

と水滴との結果には違いが認められ、運動量 P とヒズミ ε との関係は夫々 (3) 式, (4) 式のようにであつた。この時の比例定数、すなわち直線の傾きは衝突時の運動量の衝撃に対する効率を表すものであつて、このことから

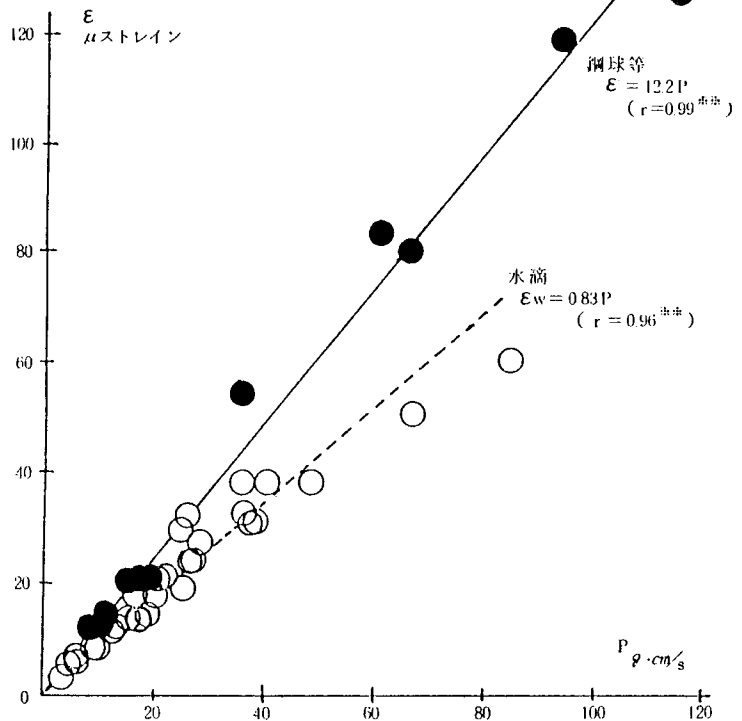


図 2-2 水滴と鋼球等の比較

同一の P による衝撃の大きさは明らかに水滴の方が小さく、(5) 式のようにであつた。

$$\text{水滴} : \varepsilon_w = 0.83 P \quad (r = 0.96^{**}) \quad (3)$$

$$\text{鋼球等} : \varepsilon = 1.22 P \quad (r = 0.96^{**}) \quad (4)$$

$$\text{比} \quad \varepsilon_w / \varepsilon = 0.68 \quad (5)$$

以上から、水滴による衝撃は破砕によって大きく緩和されることが明らかであるが、この緩和の程度は雨水滴の破砕されやすさ、すなわち強靱さと関係するものと考えられる。

III 衝撃に対する雨水滴の強靱さの影響

雨水滴の強靱さを支配する因子としては、表面張力、直径、形

状，粘性，振動の有無等を考へうるが，こゝでは表面張力と直径の2つを主要因とした⁵⁾。まず表面張力の影響を明らかにするため，水滴 ($\sigma = 75 \times 10^{-3} \text{ N/m}$) と表面活性剤を添加 (0.5%) した液滴 ($\sigma = 42 \times 10^{-3} \text{ N/m}$) を用い，同様の落下衝突実験を行，た。なおセンサーには，外部ノイズに強く SN 比が高いため精度の良いダイヤフラム微圧計を用いた。測定の結果は図 3-1 に示したと

おりであ，て，明らかに表面張力の小さい液滴の方が同一 P による衝撃が小さく，緩和の程度が大きいといえる。前章と同様に，これらの関係を式 (6) ~ (8) に示した。

$$\text{水滴: } \varepsilon_w = 10.0P \quad (r = 0.996^{**}) \quad (6)$$

$$\text{液滴: } \varepsilon_l = 8.72P \quad (r = 0.99^{**}) \quad (7)$$

$$\text{比 } \varepsilon_l / \varepsilon_w = 0.87 \quad (8)$$

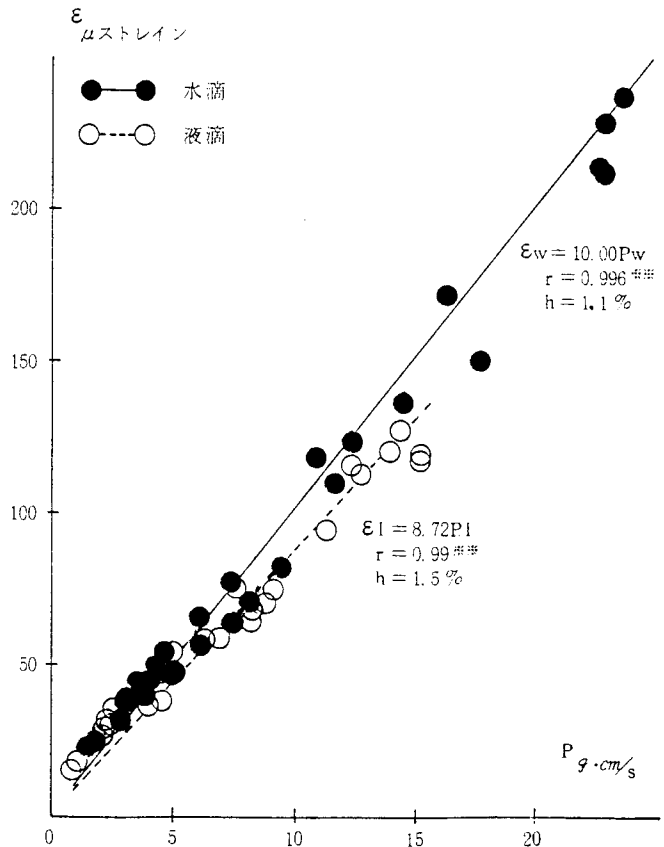


図 3-1 水滴と液滴の比較

得られた比例定数の値はセンサーの性質によって変化するため前章の結果との比較は困難であるが，明らかに σ の低下によ，て衝撃がより緩和されており，表面張力が雨水滴の強靱さを支配することが確認されたといえる。

次に直径の影響を明らかにするために、下記の範囲で大滴と小滴に区分し、夫々について P と E の関係を求めた。

小滴：2.7mm以下

大滴：3.7mm以上

これはノズル（ガラス毛细管および注射針）によって生成された雨水滴のうち、大小夫々10個程度を選んだもので、質量比1:2.6以上に相当する。水滴、液滴夫々についての実験結果を図3-2および図3-3に示した。これから明らかなように、 P と E の比例定数、すなわち衝撃に対する効率はいずれの場合も小滴の方が大きく、同一 P による E の比は

$$\text{水滴： } E_L/E_s = 0.84$$

$$\text{液滴： } E_L/E_s = 0.68$$

であった。

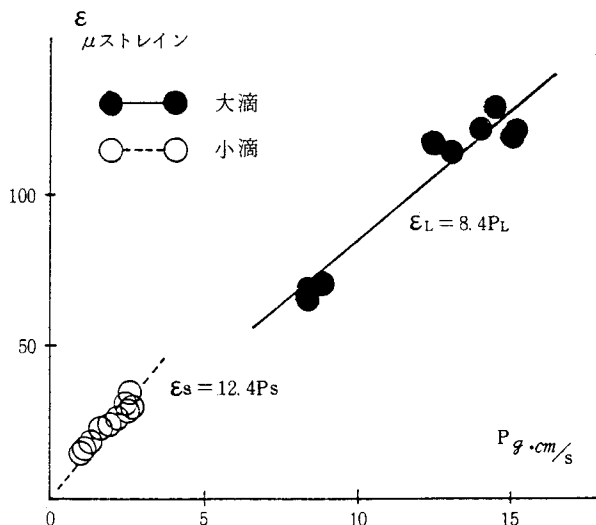


図3-2 大小滴の比較 (水滴)

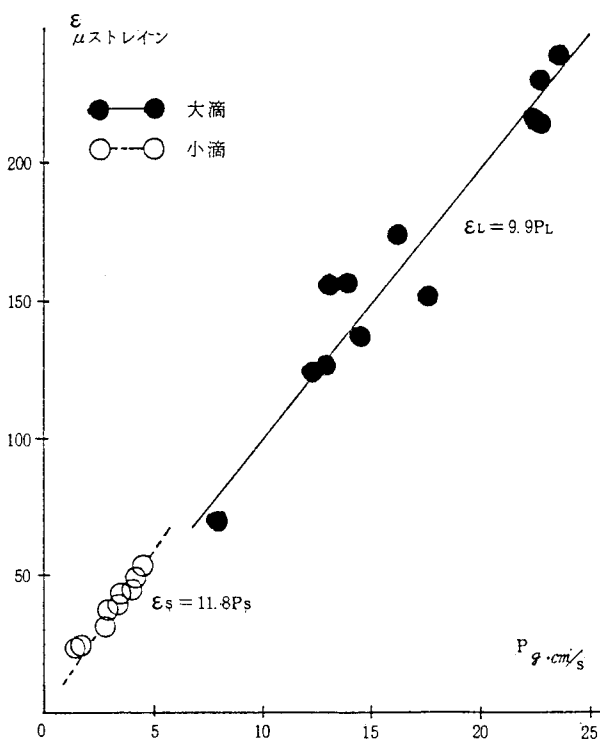


図3-3 大小滴の比較 (液滴)

以上の結果から、雨水滴の強靱さは、表面張力が大きく直径が小さい方が大であるといえると思われる。

IV 飛沫の生成に対する雨水滴の強靱さの影響

雨水滴の強靱さはまた破砕の程度を支配すると考えらる。これを定量化するために飛沫の生成に着目し、以下の実験を行った。設定した因子は、表面張力と直径、および衝突時の運動エネルギーと被衝突面の硬さである。破砕は表面積の増加、すなわち表面エネルギーの増大を意味し、よって衝突時の運動エネルギー量が重要であると考えらるること、また衝突面の硬さのちがいは、反発係数の違いとして飛沫の生成・挙動に大きく影響するものと考えらるることによる。

図4-1に装置を示した。生成された飛沫を受皿（中心角 30° 、半径90cmの扇形）上のエオシンを塗布したろ紙で受け、その直径と個数を求める。結果は次のとおりであった。

生成される飛沫数の距離別分布の一例を図4-2に示したが、飛沫数は水滴落下地点近くにはピークを持ち、以後はテイ減する分布図形を示す。テ

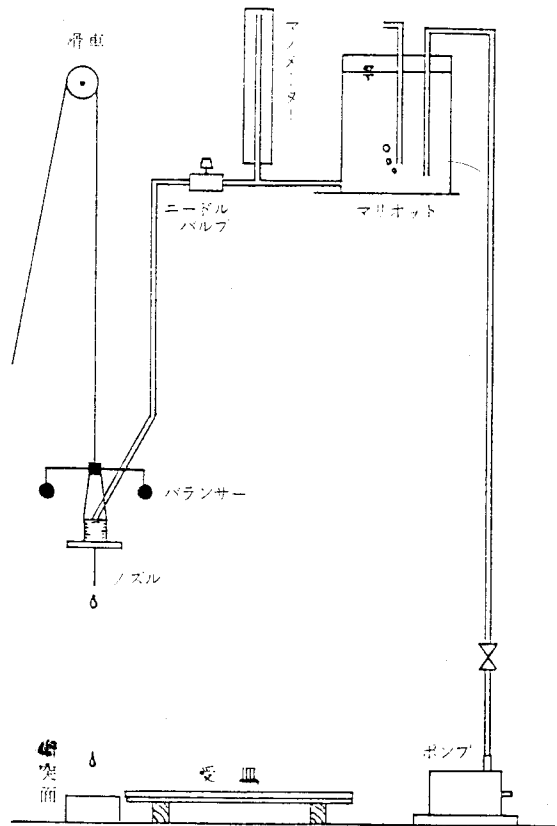


図4-1 実験装置

イ減部分には大差が見られないが、ピークに關しては以下の傾向が認められた。すなわち、

① 低運動エネルギー、軟表面の場合には、飛沫は雨水滴落下点近くに集中する。

② 雨水滴の強軟さの影響は小さいが、表面張力が小さく直径が小さいと近くに集中する。

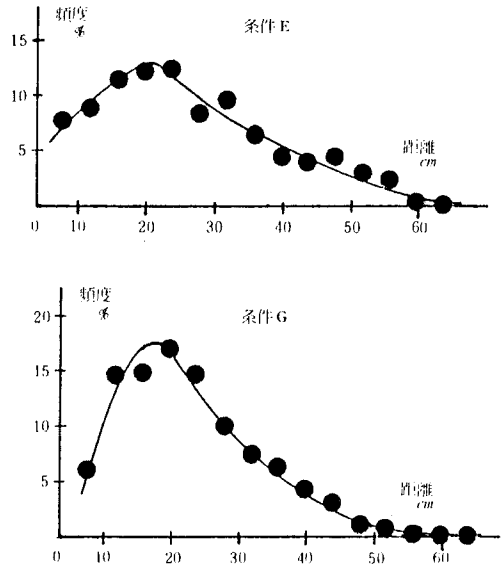


図4-2 飛沫径分布

図4-3に飛沫の平均径とその到達距離の関係の一例を示した。

これから明らかなように、ある地点に到達する飛沫の平均径 ϕ とその飛距離 l との間には、スプリングラーにおける水滴径 $\sim$ 到達距離の場合と同一の関係式が成立した。

$$\phi = a \cdot e^{bl} \quad (9)$$

(9)式による中の相対誤差は平均3%以内であり、適合性は良く、大飛沫ほど遠くに到達するといえる。

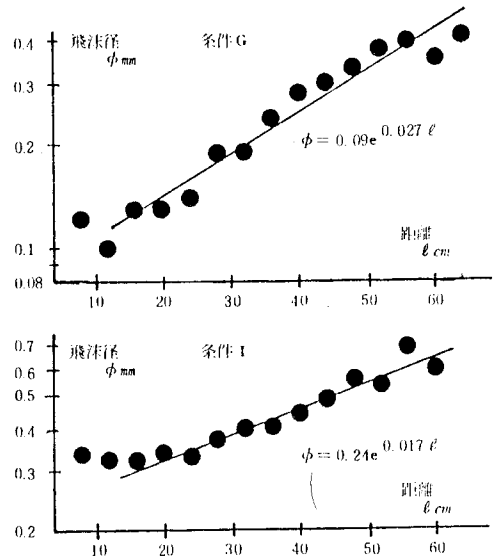


図4-3 飛沫径と到達距離

なお測定される飛沫数は遠方で急激に減少するため、最大到達距離 $\sim$ ついては精度は高くないが、45cm $\sim$ 75cm程度であり、次の傾向が認められた。

① 高運動エネルギー，硬表面ほど遠方まで到達する。

② 強靱である方が遠方まで到達するといえる。

一方 1個の雨水滴の破砕の程度について，平均飛沫径 $\bar{\phi}$ と比直径 $\hat{\phi} = \bar{\phi}/D \times 100$ (D は雨水滴径)を求め，検討を加えた。この結果は次のとおりである。

① 表面張力が大きく直径 D が大きい方が $\bar{\phi}$ は大きい。

② 硬表面，低運動エネルギーの方が $\bar{\phi}$ が大きくなる。

③ 表面張力が大きく直径が小さいと， $\hat{\phi}$ は大きい。

④ 硬表面，低運動エネルギーの方が $\hat{\phi}$ が大きい。

すなわち，雨水滴が破砕される程度はその強靱さによ，て左右されることが明らかであるが，生成される飛沫の大きさそのものは，もとの直径 D が大きいと大になること，衝突面が硬いと大になることが認められた。

V 土壌分散に対する雨水滴の強靱さの影響

強靱さの異なる雨水滴によって土壌の分散がどのような影響を受けるかを明らかにするために，小規模な人工降雨モデルによる実験を行った。図5-1に装置を示した。散水ヘッドは直径18cm，1ズル間隔1cmであ，て大小2種(4.2mm, 3.0mm)の水滴を発生し，降雨強度は一定供給下限の2.5mm/分である。落下高さが不十分(最高4.8m)なので降雨エネルギーはそれほど大きくはならず，6³/10³，3³/10³の2段階である。これらは夫々19mm/10³，11mm/10³の自然降雨に相当すると推定される。降雨時間は10分間である。

降雨を受ける土壌はコサ土とクロバクを直径10cmの容器に充てんしたもので、硬表面は最大締固密度の95%、軟表面は70%程度にあたる。これを吸水飽和させ、ターンテーブル上で表面湛水を排除しながら供試した。また飛散土量は実験前後の質量差から土壌厚土（飛散深H）として求めた。

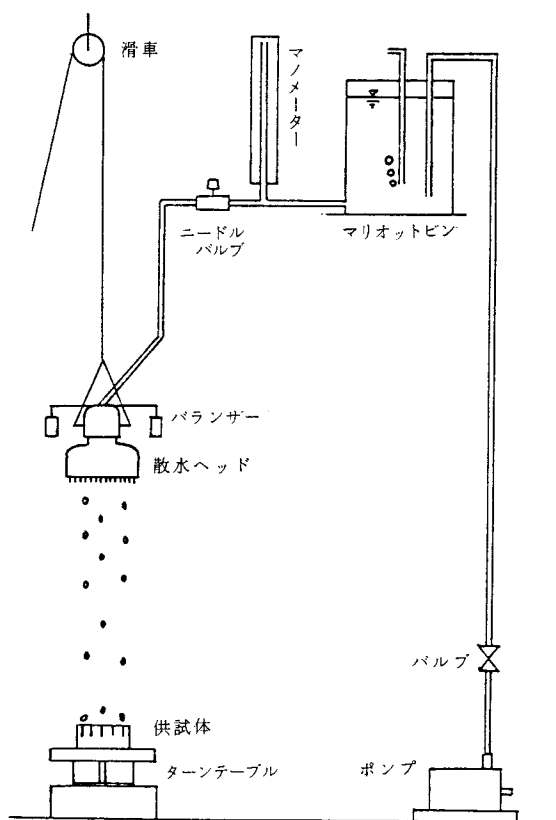


図5-1 実験装置

実験結果の一例を図5-2に

示した。加えられた運動エネルギー Ke が2段階であるため、やや不十分ではあるが、飛散深Hは Ke に比例して増加する傾向にあることが認められる。

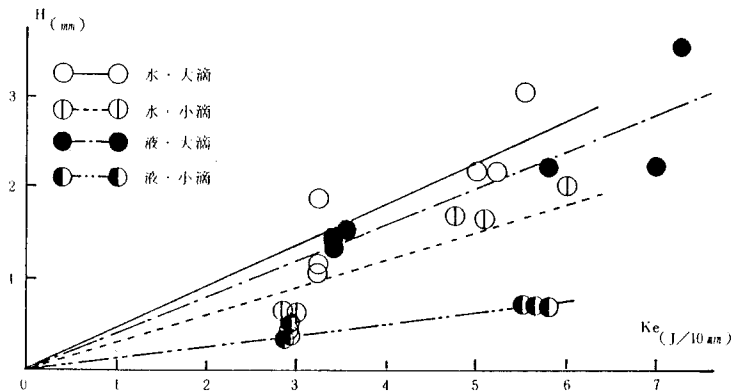


図5-2 飛散深Hと運動エネルギー Ke (2ヶ段階)

あることが認められる。この比例定数は、降雨のエネルギーが飛散土量に転化される効率に相当し、以下の傾向を示した。

- ① 大滴 > 小滴

② 高表面張力 > 低表面張力

③ 硬表面 > 軟表面

また、飛散量そのものについての検討の結果は、当然ながらこの傾向と一致した。

以上の結果から、たとえ同一運動エネルギーの降雨であっても降雨の質、すなわち雨滴の径と表面張力によって雨滴侵食量は大きい違いを示すことがわかる。また土壌面の硬さの違いによっても大きい差異が現れる。なお本実験による雨滴侵食量は、マサ土で $4 \text{ mm}/10'$ 、クロバクでは $8 \text{ mm}/10'$ に達し、いわゆる土壌侵食に与える影響は極めて大きいと考えられる。したがってこの降雨の質的な違いを流土土量の推定に反映させることが今後の課題である。

VI おわりに

前章の結果は多数滴によるものであって、これまでに得られた単一滴による知見とは整合しない。この点を明確にすることによって降雨による侵食の機構の一端を解明して行きたい。

参考文献

- 1) 三原美秋：雨滴と土壌侵食，農技研報告，A1，'61
- 2) W.D. Ellison：Studies of Raindrop Erosion, Agr. Eng., Vol. '44 号
- 3) P.C. Ekern：Raindrop Impact as the Force Initiating Soil Erosion, Soil Sci. Soc. Proc., Vol. '50 号
- 4) 桜井良文他：振動，衝撃の計測，朝倉，'67
- 5) 熊井基他：雨滴の形と落下速度，Jor. Meteor. Soc., Vol. '54

改良山成工の計画設計

農水省 農業土木試験場

佐藤 寛

1. はじめに

我が国の農用地面積は昭和35年頃の600万haをピークに、その後の20年間で潰廃等により540万haにまで減少している。

この間一方では開田等農用地開発事業が並行して進められてきたが、第1次土地改良長期計画（昭和40～47年度）では折からの米の生産調整による開田抑制のため、普通畑、草地等の開畑が農地造成事業の柱にとってかわり、今日に至っている。

また、これら開畑の工法については、大規模機械化営農への志向が高まる情勢下でもあったことから、ことに放牧草地の造成を除いては、大型緩傾斜圃場を実現させるため切盛土工量の大きい改良山成畑工法が採用されるようになった。

昭和58年度から向う10年間、第3次土地改良長期計画の実施期間に入っており、この一つに、550万haの農地面積確保のため新たに50万ha程度の造成が必要とされているが、280万haに及ぶと言われる国内の開発可能面積も、その87%が中山間傾斜地帯にあり、開発適地が益々奥地化する傾向にある。

造成事業における傾斜地特有の問題としては、施工コストと防災対策が主なものであり、中山間地帯における農業開発の要請に対してこれらの課題解決を通して応えて行く必要がある。

造成費の低減は使命の一つではあるが、これと普通裏腹の関係にある防災対策は傾斜地を克服する上で一層重要な課題である。

とくに、①大きな切盛土工量による盛土の安定性、②長大斜面の出現による土壌侵食、③深層土の地表露出による低地力等に関し対策技術の開発が望まれる。

これらの情勢を背景に改良山成工における低コスト造成法及び防災的工法について、60年～63年度に農水省の研究機関でプロジェクト研究を実施している。ここでは、造成事業地区の実態調査をアンケートにより実施した中から、土地生産力及び防災面から参考になる部分の概略を摘出し紹介するとともに、関連する防災対策について現況を報告する。

2. 改良山成工の実施内容

昭和60年度に国・県・公団営事業実施中のうち60地区の技術担当者及び団体営も加えた179地区の受益農家約2,900戸を対象にそれぞれ別様式のアンケートを実施した(図-1)。61年度に現地踏査を行い、実態の分析を進めることとしている。技術担当者に対しては、計画設計の諸元及び現状を、受益農家に対しては一時利用以後の農地と営農の実態について質問した。

(1) 圃場

① 造成勾配の全対象地区平均を図-2に示している。6度以

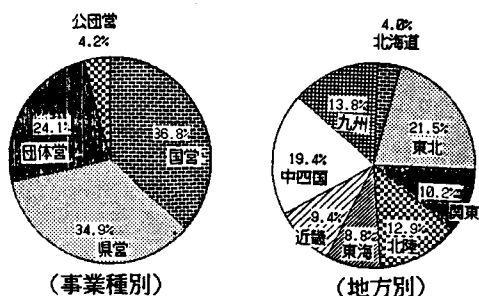


図-1 アンケートの回収結果

下の緩傾斜が多い実態であるが、普通畑、樹園地、草地の違いにより、また北海道と本州以南（内地）では造成勾配を含め、基本的に事情が異なる点に留意する必要がある。

②土工量の平均は内地でha当り14.6、北海道で14.2千 m^3 となっている。土工費と土工量との相関はあるが、現況地形、造成勾配、土質等が関係してくるため

バラツキも大きい。（図-3）

③区画の上下方向長さは50mと100m程度に回答数の山がある。圃場の上下方向長さは、土壌侵食防止の面から勾配ととも

に大きな因子となるものであり、土地改良及び草地開発事業等基準においても、一定の考え方が示されている。

④土地生産力の点から、地力確保のため表土扱いの実施状況を示すと図-4の通りであり、数割高の造成費にも拘らず実施例が多いことが判る。又耕起深の不足が最近よく聞かれるが、牧草地、樹園地において、とくに深耕の要望が強い。

（2）道路

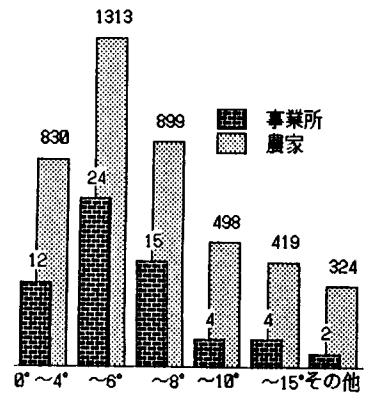


図-2 平均勾配

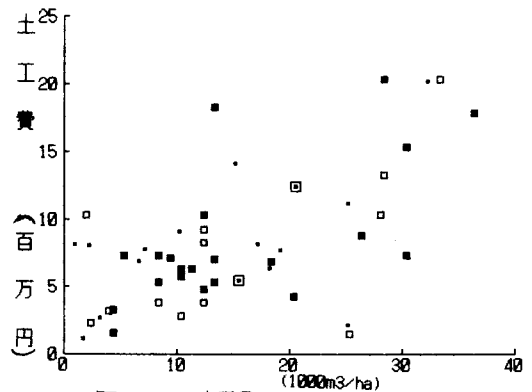


図-3 土工量

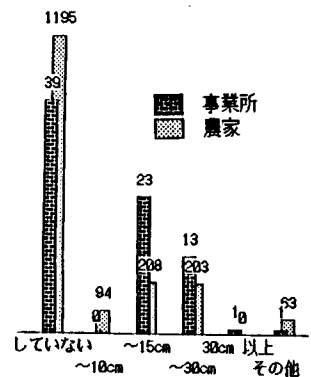


図-4 表土扱い

舗装の水準は、団地内支線級で砂利、アスファルトが多く、耕作道では砂利が過半を占め、無舗装がこれに次いでいる。(図-5)調査前の予想より無舗装が少なかったのが目立った。

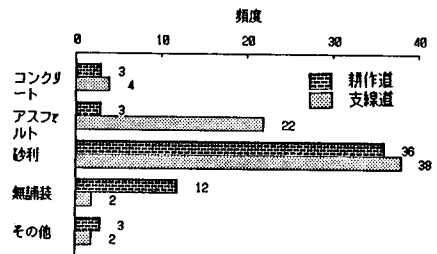


図-5 道路の舗装

(3) 水路

圃場内の承水路として、素掘り、U字溝等が多く見られる。またこれら承水路の上下方向配置間隔は、30m程度が多い。水路の草生化も少なからず見られ、コンクリート水路との併用あるいは圃場面以外でも法面小段承水路等実施例がある。支線排水路における落差工の採用は近年実施例が少なくなり、ほとんどが射流を対象とした急流水路にとってかわっている。団地内ha当たり延長は平均87mである。

(4) 沈砂池

排水流末における沈砂池の造成状況を図-6に示す。沈砂池の造成目的は造成中の土砂流出抑止のほか、簡易な用水源、土砂による埋没後の圃場としての利用等団地及び圃場の規模により工夫がこらされている。

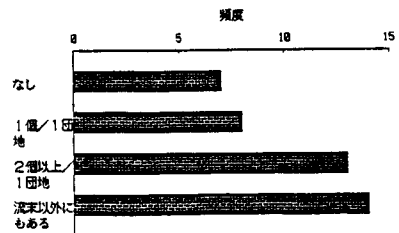


図-6 沈砂池

(5) 排水暗渠

盛土最深部の暗渠は標準的に施工されており、盛土と地山境界面での滑り防止に配慮されているが、盛土法面からの流出水排除

のための対策状況は地区により事情が異なるようである。排水暗渠等の配置、資材等実態に応じて工夫されているものと考えられる。また圃場内の過湿防止のため暗渠が施工される例もあるが、湧水対策が主で数は少ない。

3. 造成地の災害状況

アンケート結果をもとに整理しているため、傾向性の把握は可能であるが、被害の規模については現地踏査と併せて評価すべきであること、また事業担当技術者の回答では、施工中の災害部位として盛土法面崩壊が最も多いことを前置きしておく。(図-7)

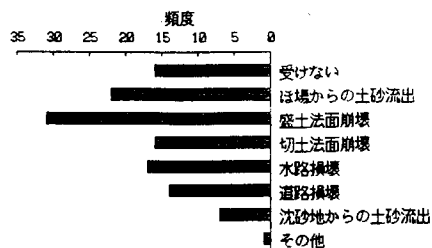


図-7 災害部位

(1) 圃場

切盛法面の崩壊及び圃場侵食を挙げる例が多い。地滑りの事例もあるが内容が明らかになっていない。侵食事例は造成勾配6度以上のところで多く現われており、法面崩壊には法面勾配による傾向性がなく軽微なものを含むためと推測される。

(2) 道路

耕作道の路面材料(砂利、無舗装も含む)が流される事例が見られ、路肩の崩壊等がこれに次いでいる。支線道では側溝付が多く高い舗装水準であるため、災害は少ないものと考えられる。

(3) 水路

承水路等末端水路が、土砂で埋没する例が目立つ。支線排水路

等コンクリート製水路では、水路敷洗掘、溢水等が若干見られる。水兼道の災害としては、事例そのものも少ないが、土砂の堆積、曲線部での溢水ほかそれぞれ少数ではあるが多様である。道路敷の洗掘等重大な事例は少ない実態と思われる。

以上のほか、災害経験として干害、風害、凍霜害等が見られるが、改良山成工との関連で強いて挙げれば、干・風害との因果関係を指摘する例がある。即ち重機械の踏圧による土層の容水量の減少及び地形改造型の造成により、微気象（風向、風力等）が変化する場合があると言われている。

4. 造成地の土地生産力

改良山成畑はその目的から、労働生産性が高いことは論ずるまでもない。ここでは作物生育面からいわゆる地力について、新造成地の実態と要因について整理する。

（1）作物生育の実態

作付け初年目に既耕地より良好と答えた例が12%あるほかは、一概に良くないと評価される。しかし作付け当初に比べ2～4年目から生育状況が上向く例が約5割程度見られ、2割強がその後既耕地の水準に達すると回答している。

農水省果樹試験場の調査によると、作物によって新墾土壌への適応性が異なっており、造成直後（未熟土）で有利な作物もあるとされる。即ち牧草、飼料作物、麦類、バレイショ、カンキツ類、スイカ等がそれで、逆に栽培困難なものとしてニンジン、ナシ、トマト等が例示されている。さらに、ナシ及びニンジンは深い黒

ボク土で生育が良く、またナシは排水、保水性及び窒素供給力が低い場合、ニンジンは礫含量大、碎土性小、過湿過乾等が生育阻害要因として挙げられている。

カンキツ類を除き、総じて果樹は造成地における生産性に問題が見られるようである。

(2) 造成地土壌の実態

未墾地土壌のうちとくに改良山成畑土壌では、下層土が圃場面に露出する場合が多く、理化学性の点で作物生育に必ずしも好適でない。化学性ではリン酸吸収係数及び酸度の矯正で代表される様に、この工程を省略できる例は余りない。土壌改良深に対する検討の余地及び有機質不足を指摘する例があるが、これらは堆肥の投入等営農段階で対応している場合が多く、作物の生育阻害要因としてより重要視されるものは物理性の不良であり、これの改善に対する要望は多い。

即ち、直接的現象として圃場の過湿、過乾、耕土が浅いことが受益者回答のうち4割程度に指摘されており、湧水による過湿があるほか、原因として共通することは土工機械の踏圧による下層における難透水層の発生と耕起深の不足が挙げられる。耕起層底部での流水の停滞、流下、局所への露出による過湿及び浅い耕起深から来る圃場容水量が小さいことによる過乾が実態と思われる。また、表土侵食件数が少なくない中で、これによる生育阻害を指摘する例は少ないが、侵食が軽微な場合が多いことや、もともと造成当初の地力が余り高くないためと考えられる。

一般に年数の経過とともに、墾畑化が進行するが、4～7年を要するものと見られている。しかしこれも営農の中で土層等改良の努力があって達成されるものであることから、作土の耕起等が頻繁でない永年草地、果樹園等では極端な場合生産力の経年的向上が困難な事例もあるものと思われる。

5. 改良山成工の計画・設計に当たっての留意点

既に土地改良及び草地開発関係基準の中で取扱われ、かつ目下両者とも改定作業中であるが、本アンケートほか現地調査、試験の中から関連する部分を以下に紹介する。

(1) 造成形態

内地を対象にした場合、1区画の面積30～50a程度、勾配5度以内、上下方向長さ50m程度、圃場の向き南～南東が受益農家の平均的な要望である。もっとも草地、普通畑、茶、桑、果樹等作目により事情が違ふことは、いずれの事項に関しても同様である。面積規模と上下方向長さは作物による作業単位から出て来ており、集約性、機械化の規模等が関係する。勾配と上下方向長さは機械の作業性のほか、主として土壌侵食防止の関係が強く、平地並機械作業の面からは6度程度までが適当と言われており、又6度以上の地区では土壌侵食の事例が多く出されている。圃場の向きは南面が当然と言えそうであるが、気象環境によっては例外的な要望も見られる。

いずれにしても、圃場区画については非常に関心が強く、作物、土質、機械導入計画等営農計画との関係で地区の実情を把握して、

きめ細かな配慮が必要と思われる。

(2) 盛土法面の転圧、排水

盛土法面の侵食、崩壊、滑落等に対しては法面草生化が円滑に実施できなかつたり、転圧不足あるいはこれによる盛土内への水分の浸透に起因するものが多い。ブルドーザー転圧では21t級5m幅30cm播き出し5回掛の事例が多いが、土工機械の運土コースによっては圃場中央付近でより転圧が強くなることもあって、耕起層を流れる土中水が盛土法面転圧層に浸入する例も見られる。法面小段位置での法面暗渠排水量を観測した例では、全ての暗渠から流出を見、1事例ではあるが法尻部からのものを除き単純計算で、降雨95mmに対して1割強の流出があった。このことから法面排水暗渠の効果が確認できたが、同時にこの排水を受ける小段承水路が確実に排水機能を持つことも重要であり、堆砂防止上適当とされる2/100の水路勾配が盛土の圧密沈下等で中だるみにならないよう、地区内の先行事例を参考に十分点検しておく必要がある。

(3) 圃場面承水路

区画の大きい圃場では、各種形態の承水路が配置されており、土壌侵食の抑制効果が認められている。しかし、一方では土砂流入堆積による通水機能低下と溢流による下部圃場でのガリの発生等、問題も見られる。U字溝によるものでは、土砂の堆積の発生が多く、素掘りでは洗掘が問題として大きいものと考えられる。土砂の堆積は設定値に水路勾配が満たない場合と、勾配はあって

も土砂流入が激しい場合とがあり、前者は水路中央部での盛土の沈下によるものが多く、上流側から中央までの流れは円滑であるが、これより下流側では勾配が不足することになり、中央部付近に堆積が生ずる結果となっている。後者のように、土砂の流入が勾配を上回る場合は、圃場面侵食抑制は当然であるが、U字溝を挟み草生帯を造ることが有効であると思われる。

また、承水路への土砂流入を加速する原因として、斜面に沿った水の流れがU字溝等によりせき上げられる結果、湿地状を呈することとなり（図-8）、土壌

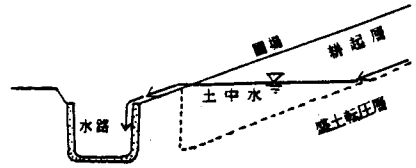


図-8 土中水のせき上げ

の分散単粒化が生じ耐食性が低下することも挙げられよう。

素掘り水路の場合、特に受食性土壌では通水断面の安定維持が難しく、洗掘か堆積のいずれかの結果に陥りやすい。これの対策として草生化が有効であるが、深い水路では草生の定着に不利で、むしろ緩傾斜法面を有する承水畦の効果が見られる事例もある。

いずれにしても、盛土部では盛土深の大きい部位で圧密等沈下量が大きいと考えられるので、水路勾配の確保には十分留意する必要がある。

（4）深耕・碎土

圃場内の排水不良や土壌侵食を防止する立場から、深耕及び碎土工程に注文を付ける農家がある。つまり、耕起深が不足することによる局部的湿害の発生と、計画耕起深の浅い普通畑や永年牧草地での保水性の低さに起因する土壌流亡を指摘する例である。

湿害については前項で触れた現象と同様であるが土壌流亡と耕起深との関係を確認することは簡単ではない。

深耕の必要性については、果樹、牧草等深根性あるいは永年作物でとくに強い傾向がある。理由は上述の湿害回避のほか、土工中の機械転圧によって、耕起深直下の土壌硬度が増大し、作物根の伸長を阻害するという考えである。これらの実態は最近各県独自の調査により明らかにされており、結果を分析して、適切な対策を立てて行く必要がある。

6. おわりに

改良山成工法による農地造成は、既存畑の再整備も含め、今後着実に件数を伸ばして行くものと予想される。

本来の目標としての高生産性の実現、災害に強い圃場の造成のほか、地域の自然環境の保全と改善を目指すことが大切であり、このために取組むべき課題は極めて多い。

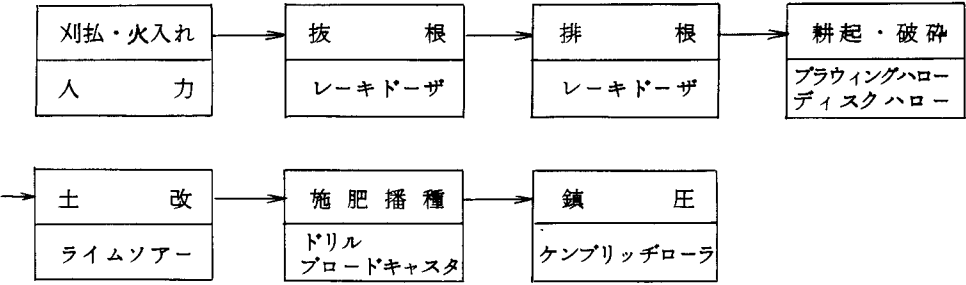
本報告では、生産性の高い農地を第一義的に、防災面も考慮した造成技術のいくつかについて取組む中から、中間的成果の概要に触れた。最終取まとめ結果は別途報告したい。

即地破碎工法

農用地開発公団

姥浦敏一

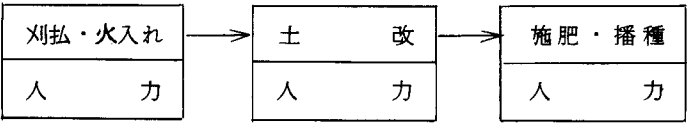
我が国に於いて機械力による大規模な草地造成が始まったのは、昭和30年初頭、根鋤・上北のパイロットファームからであるが、当時確立された造成技術は、現在でもその基本的工程は殆んど変わっていない（図－1）。



図－1 草地造成（耕起法）の標準工程

レーキドーザを主体としたこの工法は、比較的平坦で且つ、大面積の未墾地を一挙に草地化するには最も効率的な手法である。

一方急傾斜地等レーキドーザによる施工が困難な場合は、人力を主体とした不耕起工法が行われてきた（図－2）。



図－2 草地造成（不耕起法）の標準工程

この工法によりかなりの面積が放牧地として全国的に造成されてきたが、農

家側の草地利用技術がニュージーランド等先進国のそれに比し、かなり劣るといったことと、管理用家畜を準備出来るような態勢になかったこと等と相まって種々問題点が提起されて来た。すなわち、

- ① 殆んど人力に依存するため、社会情勢の変化に伴い労務の確保がむずかしくなると共に、労務費のアップにより高コスト化傾向にある。
- ② 法的規制等により「火入れ」自体に対する規制が大きくなって来た。
- ③ 根株等の障害物が圃場内に残存するため、8輪車等の傾斜地用機械の導入が不可能で追肥等の管理作業がおろそかになり、それが草地の荒廃化につながる。
- ④ 放牧中の家畜の蹄傷事故が多いこと、等々である。

以上の理由から、より良質且つ経済的な放牧地を造成するため機械力を利用した新しい工法の確立が必要となり、多くの調査・試験工事が行われて来た。

農用地開発公団でも上記の趣旨より機械力を利用した不耕起工法をめざし多くの新工法を模索したが、即地破碎工法もその1つであり、一部をすでに事業化している所である。

山成工により草地を造成する場合、質的にも、経済的でも関係する要件は障害物処理である。（この処理方法の如何により単なる経済比較のみならずその後の工程である播種床造成や造成後の草地の生産性・保全性にも大きな影響力を及ぼす。）

障害物とは、立木・雑かん木、枝条、根株、ササ・ハギ・ヨシ等の植生と、礫・岩・転石等鉋物性のものを云うが、これ等を処理するに要する費用の全工事費に対する割合を示す1事例として表-1に示した。

これは公団事業により59年度中に実施された草地造成工事について26例をアトランダムに抽出・分析したものである。

障害物処理が全工事費に占める割合は、耕起工法で34%、不耕起工法では実に48%に達している。

従来一般的に行われて来た障害物処理は殆んどが人力による刈払・集積火入れとレーキドーザによるものであった。レーキドーザによる根株を個別に処理

表-1 山成造成工事費

区分	No	ha 当り 直接工事費	工事費割合 (%)			
			障害物処理	播種床造成	土壌改良	播種・鎮圧
耕起 工 法	1	676,985 円	36 %	15 %	29 %	20 %
	2	514,361	27	20	22	31
	3	446,958	36	10	27	27
	8	464,165	11	10	40	39
	10	648,022	62	4	8	26
	12	559,765	18	23	35	24
	13	537,343	18	23	36	23
	14	708,892	43	8	29	20
	15	511,672	44	4	15	37
	平均	564,128	34.0	12.9	26.4	26.7
不 耕 起 工 法	4	514,914	67	—	8	25
	5	416,802	32	—	22	46
	6	497,212	42	—	20	38
	7	543,309	57	—	6	37
	9	333,161	16	—	25	59
	11	617,320	58	—	12	30
	平均	488,120	48.2	—	14.4	37.4
全平均		532,725	39.2	8.2	22.0	30.6

(注) 平均は荷重平均

(59年、公団資料より)

し、その処理された根株と枝条・雑かん木等の障害物を一気に圃場外に排除する方式である。それに引続く播種床造成としてプラウイングハローやディスクハローで耕起・碎土し残留している障害物を細断・混入する工程をとる。

即地破碎工法はその場所で播種床造成の工程も兼ねて破碎処理するものである。機種によって多少の差はあるが樹径10～20cm程度の立木に対する破碎能力は充分に有している。

即地破碎用機械はその処理方式から次の2タイプに分類される。

- ① 水平回転する作用部で現植生を破碎放置し、その後焼却・埋込等の二次的手段をもって処理するタイプ
- ② 垂直方向に回転する作用部により現植生を地際又は表層土中で破碎土と混合処理するタイプ

①に属するものとして、ロータリーカッター、ロータリースラッシャ、パワーカッターがあり、②に属するものとしては重ロータリーティラ、シュレッド、ブッシュカッター、HKチョップ等があり、いずれも機械の母体はトラクターである。

農用地開発公団では北上山系に於ける広域農業開発事業の中で、不耕起法による放牧地造成を機械化するという観点からこの即地破碎工法を応用することを検討して来たが根株処理用の新機種スタンプカッターと組合せることによってより効率的な不耕起造成工法を見出した。

そこで先ずスタンプカッター Stamp Cutter についてのべる。

従来一般的に行われて来た人力による不耕起造成工法で造成された草地では、機械力による草地管理がむずかしい。その阻害要因は「傾斜」と「根株」である。昭和55年 T 支社、T 事業所管内において、この点に対して受益農家と県の営農指導機関より強い対策要望があり、その対処の一環として不陸走行車（8輪車）を導入、走行試験を行ったが、こゝでも一番問題になったのは「根株」であった。そこでレーキドーザによる抜根と、チェーンソー（人力）による地際からの切断を試みたがレーキドーザによる方法では大きな抜根跡を生じるとともに表層土の大規模な攪拌による土壌流亡が懸念され、チェーンソーによる切断作業は労働安全上から問題視されたことと、切断面が平滑でありすぎ、作業機・家畜の滑走、転倒等の危険性が指摘された。これを受けて種々検討を進める中で建築工事の基礎杭切断用として開発されたパイルフィラに着目、メーカーの協力を得て、同機の油圧システム、切断機構部を一部改良してこれをスタンプカッター Stamp Cutter と命名した。Stamp は英語の切り株で、切株を切断する機械という意である。

レーキドーザによる抜根は、根株の地下径に付着して大量の土砂が掘りおこされ、大きな抜根穴を生じることが多い。更に大径根になると周囲に張りめぐらされた支根の切断作業が加わるため、抜根穴は更に拡がる。又この穴の埋戻しのため根株の周囲、半径約7～8mの範囲から表土がよせ集められる。

北里大小林裕志教授等の報文によると、ブナ林帯での実測値で、根径50～

7 4 cmの場合抜根穴の大きさは、深さで5 0 cm以上、平面的には根径の3～4倍となっている。

これに対しスタンプカッターによる抜根跡地穴の深さは根径の大小に抱らず3 0 cm以内平均1 8 cmと報告されている。この様にスタンプカッターによる抜根が土壌攪乱をもたらす程度はレーキドーザに比べてはるかに小さいことは明らかである。

スタンプカッターによる根株処理は切断刃長が5 0 cm、開口幅が1 2 0 cmであることから1回で切断可能な根径は3 0 cm前後のものまであり、それを超えるものについては刃を立て2～4に小割してから切断する。切断する深さは地中1 0～3 0 cmで、地中での根株の切断可能なことが本機の大きな特徴である。抜根穴は刃の甲部を利用して周囲の土で埋戻す。スタンプカッターの登坂可能な最大勾配は3 5°であるが実用的な作業範囲は2 5°前後である。

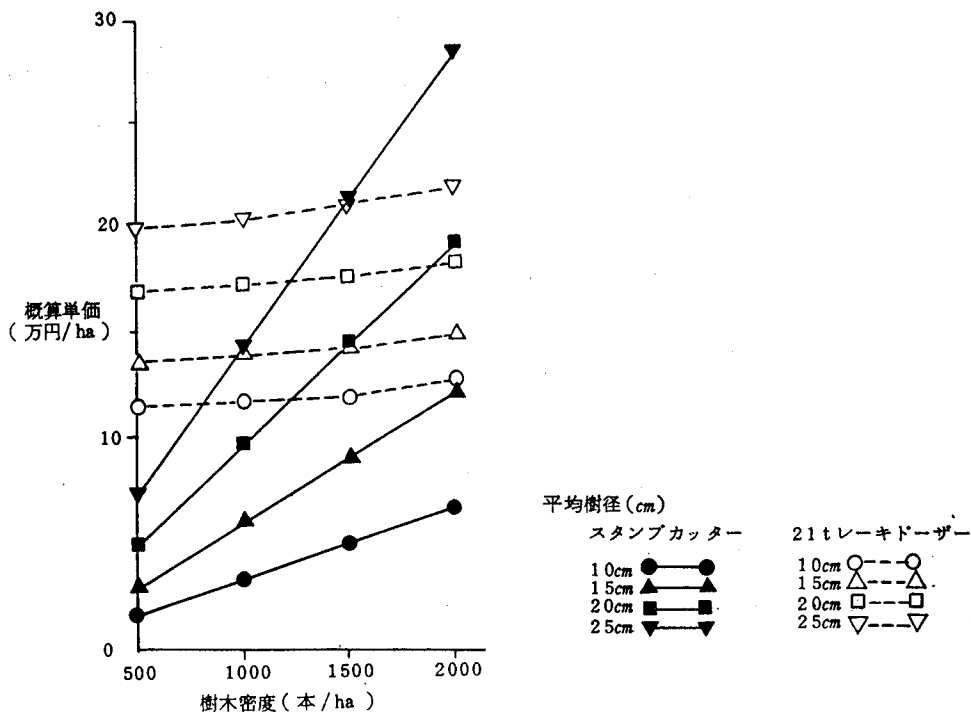
施工は原則として登り方向で行う。樹種による切断の難易度はそれ程顕著ではないがしいていえば、東北管内における施工例では、ダケカンバ・イタヤ・ナラ・ブナ・松の順に切断がしにくかった。

次にレーキドーザとスタンプカッターの抜根歩掛を示すと図-3のとおりである。

比較的小径木のものは樹木密度2 0 0 0本以下の範囲でスタンプカッターがレーキドーザを凌駕しているのは注目に値するものであり、又、大径木ではha当り本数が少なくなる程歩掛が低下し、スタンプカッターの既草地における適応性を示している。

即地破碎用機械については前述のとおり多くの機種があるがその代表例としてブッシュカッターについてのべる。

ブッシュカッターは西独のWILLBALD社製に例をとると樹径20cm程度までの雑かん木や切株等も破碎する能力を有している。三点懸架リンク直装式PTO駆動で、一般のトラクターでも使用可能であるが、MBトラクター1300型（ベッツ社）の装着用に製作されている。



図—3 工法別抜根単価

ブッシュカッタの主要構造は下記のようにになっている（表—2）。

- ① カッター刃はフレールタイプで4本のシャフトに互に当たらないようオーバーラップして取り付けられている。
- ② カッター刃への衝撃を防ぐため、刃が内側へ逃げる様にしてある。
- ③ シャフトの駆動は4本の堅牢なサベルトによりドライブギアを駆動させる。
- ④ カッター刃の回転方向を自由に変えられる。

施工法は傾斜に対し下り走行で荒処理し、同場所を後進で再処理して細片化する。比較的平坦な場所では前進1回の処理でほぼ満足すべき状態となるので再処理の必要はない。作業速度は傾斜・植生密度にほとんど関係がなく、一定

表— 2 ブッシュカッタの諸元表

項 目	ブッシュカッタ (B C)
形 式	UFM 2 2 5
製 作 所	W I L L I B A L D
使用トラクタ	MB 1 3 0 0
出 力	(ト ラ ク タ) 1 2 0 ps
重 量	1, 4 5 0 kg (カ ッ タ ー 部)
登 坂 能 力	2 0 °
作 業	2. 2 0 m
刃 数	4 4 個
刃回 転 形 式	フ レ ー ム (縦 回 転) タ イ プ
回 転 数	1, 0 0 0 rpm (P T O 駆 動)
破 碎 能 力	樹 径 2 0 cm 程 度

速度で施工出来る。ただし
 湿潤地帯や18度以上の急
 傾斜地で登坂作業する場合、
 スリップによる速度低下に
 より作業能率の低下がみら
 れる。作業速度について更
 に言及すれば早い速度では
 破砕片が荒く、播種床とし
 て不適となり、遅い速度で
 は細断化が進むものの作業
 時間の増大ひいては造成費
 の高コスト化につながる。
 目下とところ作業の最適速
 度は2.2KM/HR前後であ
 るとされている。

以上のブッシュカッターによる1ha当りの処理時間は10時間前後となっ
 ている。又、作業限界は登坂作業で22°程度であるがこの場合チェーン装着が必要である。

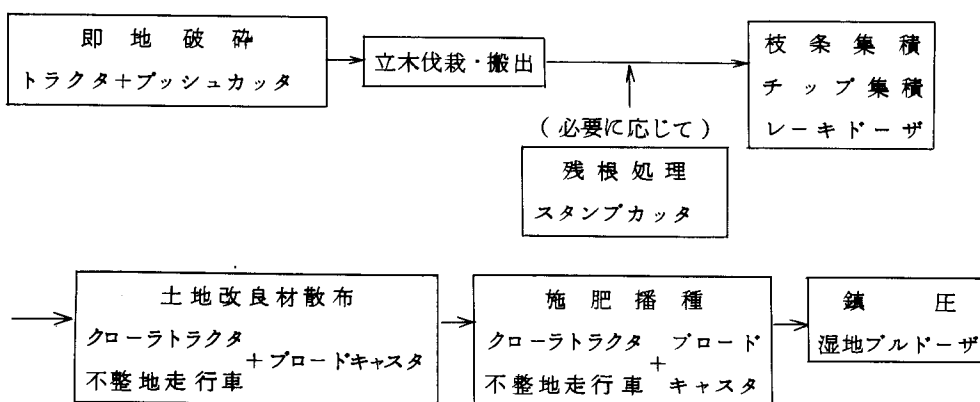
即地破砕工法を取り入れた具体的工程

即地破砕工法を取り入れて不耕起造成を行う場合、草地造成対象予定地の
 現状により次の2通りの工程をとっている。

(1) 対象地内の立木が未伐栽である場合

立木の伐栽収去時に生じる枝条の土中への混入、地表面のかきおこし、
 伐栽時の機械による雑かん木の倒伏等で、これ等はブッシュカッタ作業の
 障害となる。そこで立木の伐栽前に即地破砕工1回掛けを行う。この時発
 生する雑かん木チップは圃場面を被覆し、立木伐栽時の地表の攪乱を最小
 限にとどめる効果がある。立木の伐栽・搬出後、必要に応じてスタンプカ
 ッターを導入し、根株の切断を行う。その後ブッシュカッタ、スタンプカ

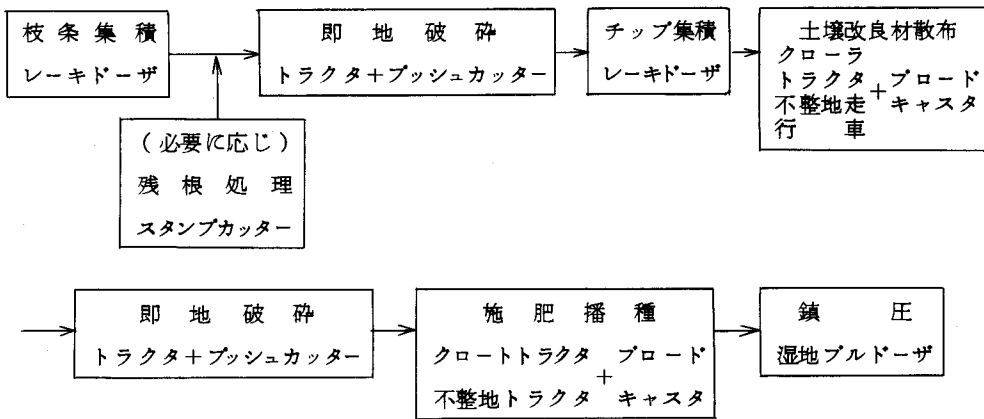
ッタによる破砕片、残根片等をレーキドーザ又はブルドーザで拡散または集積を行う。集積時に機械の転圧により表土の沈下があり、雑かん木の根株が地表面に出る場合は、再度即地破砕を行う必要がある。この時点ではチップと表土の攪拌が行われるので土壌改良材を事前に散布すると効果的である。土壌改良材散布、施肥、播種作業はクローラトラクタ又は不整地走行車にブロードキャストを取り付けて作業し、省力化をはかる。最後の鎮圧は湿地ブルドーザの履帯で行い土壌と種子の密着をよくする。これら一連の作業を示すと図－４のとおりとなる。



図－４ 立木未伐栽時の作業工程

(2) 対象地内の立木の伐栽・搬出が完了している場合

立木伐栽、搬出がすでに実施されている地区で不耕起造成する場合にはレーキドーザにより事前に枝条等を集積したあと即地破砕を施工することとなるが、雑かん木は機械が走行したため倒伏しやゝ破砕効果が低下するのでブッシュカッタは2回掛けとすることが多い、立木伐栽跡地を不耕起造成する場合の作業工程は図－５のとおりである。



図— 5 立木伐栽跡地の作業工程

以上に述べた即地破砕工法は、その前工程である立木・根株の個別処理と密接に関連するものであるが、本工法の利点を整理すると以下のごとくである。

- ① 原植生をその場で破砕処理するので圃場外への運搬が無くなるか或は極端に少なくなるので運搬コストの節減のみならず、表土の温存が可能となる。
- ② 処理された植生の破砕片はそのまゝ有機質の補給源となる。
- ③ 雑かん木、ササ等はその場で完全に破砕されるので放牧時の蹄傷事故等のおそれが少ない。
- ④ 原則的に火入れが不用なのでそれに連動する人力・刈払・集積の人力工数を大巾に節減出来る。
- ⑤ 根株の個別処理方法とも関連するが、排根線が出来ないか、できたとしても極度に少容積であり且つ土砂の混入がないので焼却処理等が容易となる。
- ⑥ 降水に対して圃場面の耐蝕性が大でエロージョンがおきにくく、したがって防災工事費も節減出来る。
- ⑦ 破砕による処理工程に伴い若干の耕起碎土効果があり、牧草種子の発芽に有効に作用する。

- ⑧ 牧草の収量面ではレーキドーザ等による慣工法に比べ初年度に於ては劣るものの次年度以降では慣行法に遜色ない、ないしは上廻ることが多い。

次に⑥、⑦を実証する1事例として昭和57年7月に北海道足寄地区で実施された試験工事について述べる。

足寄地区の傾斜地（ $12^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ）において、レーキドーザ慣行工法による諸問題の解決と、有機質の土壤還元を図る工法としてブッシュカッタとパワーカッタによる障害物の即地破碎工法の試験を行った。試験地の条件を表-3に示す。

表-3 試験地の条件

場 所	北海道足寄区域小坂山団地
土 壤	火山灰表層酸性褐色森林土、A層深約28cm
植 生	ナラ・シラカバ・カエデ等の広葉樹林型で、林床はミヤコササが密生したササ型である。立木の平均樹径は9cm、密度1,600本/ha、林床の平均草丈70cm、密度138本/m ² である。

試験区を5つに分け各試験区の工法的特徴を表-4に示す。

表-4 各試験区の工法的特徴

試験日	障害物処理と播種床造成	傾 斜
(1)	RDによる抜排根、PH、DHによる耕起・砕土による慣行工法	$12 \sim 13^{\circ}$
(2)	BC2回掛のみによる不耕起工法	〃
(3)	BC1回掛で、PH、DHによる耕起・砕土を実施	〃
(4)	BCの低速1回掛で、DHによる砕土（1回）を実施	〃
(5)	PC2回掛で、PH、DHによる耕起・砕土	〃
(6)	急傾斜地で、PC2回のみによる不耕起工法	$25 \sim 30^{\circ}$

2、4、6区は耕起なし故、改良深5cmとして炭カルは15cm改良の $\frac{1}{2}$ とした。

本試験工事の結果のなかから主として牧草の生産量についてのべる。

表土の剝離移動の少ない即地破碎工法区が、抜・排根を行う慣行工法区(1)よりも良好に発芽することが判明したが、発芽後の圃場定着率は種子床の精粗土壌水分、雑草、木片などに影響され、高い発芽率がそのまま高い牧草収量につながるとはいえない。

図-6(昭和57年)の収量は、播種後43日目の9月22日に行った収量調査結果であるが、破碎区の牧草収量は慣行工法区に比べて極めて低収であった。この原因として牧草が発芽後に破碎木片の存在や、種子床が粗であるといった理由で十分な水分や養分を吸収することができずに枯死することや、破碎区ではササを主体とする雑草の被度が高く、これらの優先による日蔭の影響も大きいものと思われる。

しかし図-6によれば次年度以降は、破碎工法区の収量は総体的に慣行法区と遜色ない、ないしは上回る収量をあげている。又、侵蝕に対する保全性については、造成完了後3日~7日の間に30mm程度の降雨があったが、即地破碎区(2)~(6)の土壌侵蝕は皆無であった。しかし慣行法工区である(1)区においては、圃場の中央部に幅20m深さ5m長さ20m程度のガリが発生した。

次に、即地破碎工法の範ちゅうにあるものとしてスタビライザ工法についてのべる。

八重山諸島の開発予定地の多くは隆起サンゴ礁に起因する琉球石灰岩からなり、地表にはサンゴ石灰岩が多数露出点在している。この様な場所の大部分は開発不適地として原野のまま放置されるか部分的に放牧地として利用されているに過ぎない。元来一般的に石礫の多い場所での草地開発方法は、人力又は機械力による石礫除去か客土の二つの方法で行なわれるが、南西諸島の地域では石礫量が非常に多いことと、客土用土が極端に少ないことなどから、上述の工法は無理である。一方問題となっている石礫、岩は石灰石及び石灰岩であり酸性矯正剤として利用可能である。この障害物を逆に利用したいという発

想と路盤改良機械のロードスタビライザの利用とが結びつき、石礫及び岩をその場で破碎、粉碎し作土と草木本類とを混入し、新しい土壌を急速に創生するという考えが生まれた。この考え方にもとづき、ロードスタビライザを農用地造成用とすべく改良が加えられ新しいビット等が開発された。

農用地開発公団では昭和 57 年に試験施工を行なったのを契機に事業化の目途をたて、昭和 59 年に約 27Ha の施工を行なった。

ここで造成された草地について、現在土壌の理 学 性 の 分 析 調 査、牧草の収量調査を実施中である。

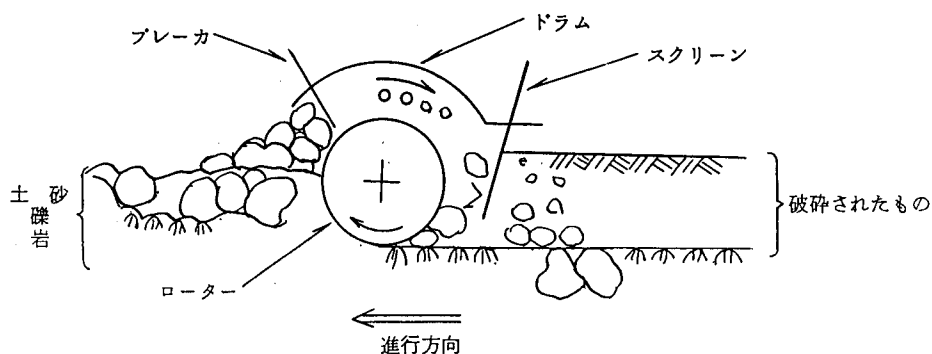
スタビライザの諸元を表— 5 に示す。

表— 5 スタビライザの仕様

岩掘削最大深さ	4 0 0 mm
切 削 幅	1, 9 4 0 mm
定 格 出 力	3 6 0 ps/2,000 rpm
総 重 量	1 8.1 8 0 Kg
寸 法	
全 長	9, 2 2 0 mm
全 幅	2, 4 5 0 mm
全 高	3, 5 3 5 mm
軸 距	6, 0 0 0 mm
最低地上高	2 9 5 mm
性 能	
作業速度（前進）	0 ～ 5.5 m/min
走行速度（前後進共）	0 ～ 2.5 km/H
登坂能力	2 5 度
最小回転半径	1 0.4 m
ロータ装置	
ロータ径	1, 2 2 0 mm
ビット数	1 1 0 本
タイヤサイズ	1 7.5 × 2.5 - 1 2 PR

スタビライザの操作はハンドル及びレバーで行うが、その手順は次のとおりである。また、これによる破碎部の詳細を図— 7 に示す。

- ① 方向を決定するハンドルの操作。不陸及び負荷の左右不均一によって方向がみだれる。
- ② 走行速度と調節するスロットルレバーの操作。負荷の変化と速度とが同期していないため負荷の状況によって速度を調節する。
- ③ 破碎深を一定に保つための油圧レバーの操作。ローターが回転すると上向きの力がローターに働きローターが押し上げられる。
- ④ 破碎径を一定以下に保ち、ローター前面の排土量（負荷の一部）を調節するブレーカとビットとの間隔を一定に保つための油圧レバーの操作。ローターの回転によって礫がブレーカを押し上げる。
- ⑤ ドラムの横断方向の傾斜を調節する油圧レバーの操作。不陸があれば、ドラムが傾斜し、破碎深が不均一となる。
- ⑥ ドラム後方に飛出した比較的大きな径の礫をローターの下部へ跳ね返し二次破碎を行わせるためと、破碎された礫を深度方向にふるい分ける（上部を小さく、下部を大きく）役目をするスクリーンを上下するための油圧レバーの操作。



図一 7 破碎部詳細

スタビライザのエンジン出力は360 PS/2000 rpmであるが、このエネルギーの全てを油圧ポンプ駆動に変換している。前進・破碎作業及びブレーカ等の調節は全て油圧で行われる。ローターのリリース圧は200Kg/cm²に設定されている。

草地造成工程は次のとおりである（表一6）。

表－6 草地造成工程

工 程	内 容	目 的
(1) 不 陸 整 正	・ 排石礫線敷均 ・ 凸部整形 ・ 埋 石 (ブルドーザ)	スタビライザーの走行確 保 破碎不可能なものを処理 する。
(2) 破 碎 工	・ 石礫・岩の破碎 (スタビライザ)	
(3) 土 壤 改 良	リン酸資材の投入 (ライムソワー)	播種床の造成
(4) 砕 土	リン酸資材の混入 (ディスクハロー)	
(5) 除 礫	φ50mmを超えるものを 除去 (人力・ストンピッカー)	
(6) 鎮 圧	ローラ転圧 (ケンブリッジローラー)	
(7) 施 肥 播 種	施肥播種 (グレーン、ドリル)	
(8) 植 付	植 付 (人 力)	発芽・着床

岩の破碎径は速度によって異り、速度が遅ければ小さくなり、速ければ大きくなる。一方、礫は、ビットにより前面上方に叩き上げられることによって破碎されるが、一度の衝撃で最粒化するのではなく、次第に小さくなっていく。この間、ローター前面に堆積し、負荷が大きくなる。土砂の場合も、ビットのカキ揚げ能力が小さいため前面に堆積する。

岩と礫との両者から破碎速度を求めると次式が得られる。

$$Y = -0.03X_1 - 0.025X_2 + 3.79$$

ここに Y 破碎速度 (m/分)

X₁ 礫の割合 (%)

X₂ 岩の割合 (%)

重相関係数 0.6

データ数 42

上式より、礫の割合は、岩よりも破碎速度に大きく影響を与えることが推定される。

以上、農用地開発公団を中心に実施されている即地破碎用機械及工法についてのべて来たが、近年草地開発対象の中には急傾斜地や、表土のうすい土地など比較的自然条件にめぐまれないところが増える一方、開発行為そのものが自然環境保持や、国土保全が重要視されている社会情勢である。こうした中で、この即地破碎工法が採草地造成への適応調査も含めて近い将来に於ける効率的草地造成のために役立つことを期待している。

<参考文献>

1. 農林水産省構造改善局：土地改良事業計画設計基準 1977年
2. 農林水産省畜産局：草地開発事業計画設計基準 1978年
3. 帯広畜産大学：即地破碎工法による造成草地の草地および収量に関する調査 1984年
4. 小林裕志：機械力による不耕起草地造成試験（第1報）農土誌53（6）
1985年
5. 農用地開発公団：障害物処理関係収集資料の分析 1986年
6. 農用地開発公団：スタンプカッタ工法に関する報告書 1986年
7. 農用地開発公団：スタビライザ工法に関する報告書 1986年

能登半島の農業開発

能登土地改良調査事務所長 高馬 繁一

はじめに

能登半島地域における土地改良事業は、国営農地開発事業を始めとして、多くの事業が地域農業振興のため実施された。

この度、能登半島の農業開発における農地保全の話題提供者として、国営農地開発事業に係る事項について提供してまいりたい。中には既に確立された事項もあると思いますが、調査計画段階から実施段階で感知したものであり、素人の考えとして記述致しました、よろしく御検察下さい。

農地開発事業と農地保全

(1) 農地保全への提言

農地開発事業は、土地改良法の手続きに基づき実施される事業で、山林原野等の未墾地を対象に畑地造成事業を行い、優良農地を創設する。

このため地域に展開される農業振興計画に合せた畑地造成がなされる。この畑地造成にも効果効用の世界があり、補助事業であるため事業投資に限界があり、土地利用目的に即した投資限界で

実施されている。

現状の農地開発事業は、当初計画された営農内容も事業期間中において変化するため、農産物の需要動向に即した営農内容にせざるを得ない。

能登地域のように温暖地作物から寒冷地作物が栽培される反面冬期5ヶ月間(11～3月)の野外農作業が困難な地域でもある。また近年冬期の積雪も多く、山間部においては3月下旬まで残雪する現状である。

農地開発事業での農地保全は営農可能な畑地造成および栽培作物再編にも対応可能な農地造成であると同時に農地災害の防止、栽培作物の生育可能条件に対応しうる農地造成が必要であると考ええる。

以上の現状から能登地域における農地保全要因を記述し、専門家による技術的な整備水準の確立をお願いしたい。

地域の農地保全要因

地域内の農地保全要因は大きく別けて3要因があると思われる、これら要因の前提条件の検討素材を述べる。

①農地保全と適地選定

ア. 土地条件

(ア) 地 形

能登地域の大部分は、山地と丘陵地で構成される。能登地域北部は、宝立山(469m)、高洲山(567m)、桑塚山(409m)等を高

峰とし、海拔 300～400mの比較的開析の進んだ低山性の山地から成る。

能登地域南部の石川・富山県境地域は石動山（565m）、宝達山（637m）等を高峰とし、全般にやや急峻な地形から成る。丘陵地形は奥能登、中能登、能登島に広がる。奥能登地域では、海拔およそ300m以下で平坦面の残存度は少いものの、定高性が認められ、また全体として、富山湾に向かって緩く傾く傾向がみられる。中能登、能登島地域では海拔はおよそ200m以下のなだらかな丘陵地とこれより相対的に高い古い火山地形からなる。海岸近くでは海岸段丘がみられる。最も広い能登地域の北東部に位置する平床台地は、海拔20～60mの中位段丘である。一般に各段丘面はかなり開析されて、波状のゆるやかな小起伏を示す場合が多い。低地は邑知潟地溝帯を除いて飯田、輪島、田鶴浜、高浜、押水等に小規模にみられるにすぎない。

（イ）地 質

能登地域には先ジュラ紀の変成岩類、新第三紀の火山岩類と堆積岩類及び完新世の地層が分布する。先ジュラ紀の変成岩類は主として片麻岩より成り、口能登では山地の高峰部や邑知潟地溝帯の斜面に沿って分布するほか、門前周辺に小規模な分布がみられる。新第三紀中新世の火山岩類は主として安山岩質の溶岩、角礫凝灰岩から成り、一部石英安山岩質の凝灰岩、溶結凝灰岩、玄武岩質溶岩、凝灰質の泥岩、砂岩、礫岩を含む。堆積岩は中新世から鮮新世の砂礫岩、砂岩、泥岩、碎屑岩から成り、火山灰層、凝

灰岩層を介在し、その性状は極めて多彩である。大略、火山岩類は門前、穴水周辺の奥能登中央部、堆積岩類は口能登及び奥能登の外浦側に分布する。完新世の地層の分布は邑知潟地溝帯を除いて狭い能登地域は、新第三紀の堆積岩や火山岩類が著しい褶曲運動や断層運動を受け地すべりが多発する地帯となっている。一般に奥能登では複雑な地質構造による比較的小規模な地すべりが多くみられ、能登地域基部では、地層の層理面に平行なすべり面をもつ規模の大きな流れ盤地すべりがみられる。昭和55年 3月までに指定された地すべり防止区域数は 238ヶ所に達し、うち農林水産省構造改善局所管は62ヶ所3,723ha である。

(ウ)土 壤

能登の林地の土壌は大部分が乾性褐色森林土壌（黄褐色）及び褐色森林土壌（黄褐色）で占められ、この他残積性未熟土壌、砂丘地未熟土壌、黄色土壌等もみられる。乾性褐色森林土壌は低山地帯の尾根や山腹上部の凸斜面にみられ一般に腐植含量は少く、特にA層は薄く生産力は低い。褐色森林土壌（黄褐色）は丘陵地帯で比較的安定した斜面の下部や凹部に広く分布するもので、生産力は母材に影響を受ける。安山岩や安山岩質火砕岩を母材とした土壌では理学性が悪く生産力は低く、砂岩、泥岩を母材としたところでは有効土層も厚く、理学性も良好で前者より生産力は高い。能登の低地は主にグライ土壌で占められ一部、灰色低地土壌がみられる。羽咋平野はグライ土壌が主体で邑知潟が干拓事業によって水田化され、生産力は高い地帯である。邑知潟の東部は粗

粒グライ土壤と粗粒灰色土壤が分布し、下層礫層を有する水田が多く生産力の低い地帯である。七尾湾に面した水田はグライ土壤の強湿田で生産力が乏しい。珠洲、鳳至地帯の水田は黄色土、黒ボク土壤を母材とした沖積層で主に細粒グライ土壤、細粒灰色低地土壤が分布し、農耕の生産は概して中位である。

(エ) 開発可能地

土地分類（傾斜）			植 生			土 地 所 有 状 況		
	面 積	構成比		面 積	構成比		面 積	構成比
0～ 8	2,900ha	0.7%	人工林地	200ha	0.7%	国有地	— ha	— %
8～15	7,100	96.6	天然林地	28,800	96.6	公有地	400	1.4
15～30	19,800	2.7	その他	800	2.7	民有地	29,400	98.6
						（内個人）		
計	29,800	100.0	計	29,800	100.0	計	29,800	100.0

※ 1. 昭和53～54年度農業開発基本調査結果による。

2. 開発可能地：人工造林、法令指定地を除く30度以下の面積。

地域の開発可能地29,700haを選定したのであるが、環境保全・緑地資源保護の観点及び地域多目的開発地移行の動向等により、開発可能地の見直しを61年度に行う予定である。

しかし、開発可能地の構成区分は大巾に変わるものではないと思っている。

②適地選定基準

現在の適地選定基準が実質的に歩いているのは「国有林野の活用の適地選定基準」であるが、農業技術の進歩により必ずしもよいといいがたいが、事業目的を推進するための目安の一例として検討素材にしたい。

〔国有林野の活用の適地選定基準内容〕

活用対象除外要因

ア．国土の保全、自然の保護、その他公益的機能を有する土地、各種法令指定地等

イ．留意すべき土地

ウ．適地選定基準

- 1．気温 月平均 10°C が 4ヶ月以上あること、年 9ヶ月が 13°C 以上あること等。
- 2．傾斜 普通畑 15° 、草地 20° 、樹園地 30° それぞれ以下であること。
- 3．礫 農用地としての利用上支障30% 以下とする。
- 4．土層 普通畑40cm、草地30cm、樹園地50cmそれぞれ以上とする。
- 5．土性 砂土、高位泥炭土以外の土性であること。

③土地分級基準

農林水産省の土地分級基準は畑地の農地造成を主体とした基準と草地造成を行う基準があり、それぞれの事業目的に合わせて基準化されたものと解している。

しかし、基準になる基本的な考え方は、事業目的である土地の有効な土地利用を図るための農用地造成基準である。

この基準は次のとおりである。

ア．分級基準

傾 斜

級 位	傾 斜	適 性
1	3° 以 下	侵食の危険性なし、山成工。乗用トラクターによる機械化一貫作業に全く支障なし
2	{ a 3°～ 8° b 8°～ 12° c 12°～ 15°	侵食の危険性小～中。山成工。乗用トラクターによる機械化一貫作業に若干ないし、かなり支障がある。
3	{ a 15°～ 20° b 20°～ 25° c 25°～ 30°	侵食の危険性中～大。階段工。作業効率はやや低いが、機械の部分利用が可能
4	{ a 30°～ 35° b 35° 以上	侵食の危険性大。階段工。開畑の限界 開畑不適

土 層 の 厚 さ

総 順 位	土層の厚さ	適 性
1	100 cm 以上	造成工法のいかににかかわらず、正当な生産をあげ、正当な管理作業を行なううえに支障がない。
2	100 cm～70 cm	階段工法による場合には、傾斜によって工法が制約されるが造成工法のいかににかかわらず正当な生産をあげ、正当な管理作業を行なううえに支障がない。
3	70 cm～40 cm	階段工法による場合には、傾斜によってかなり工法が制約されるが、造成工法のいかににかかわらず正当な生産をあげ、正当な管理作業を行なううえに若干支障がある。
4	40 cm 以下	階段工法による場合は造成困難、山成り工法においては正当な生産をあげ、正当な管理作業を行なううえにかなり支障がある。

土 性

級 位	土 性	適 性
1	埴 質 土 埴 埴 質 土 埴 質 土 砂 埴 質 土 火山灰性埴質土 火山灰性埴埴質土	正当な生産をあげ、正当な管理作業を行なううえに制限または阻害因子がなく、特別な土地改良対策を必要としない。
2	砂 質 土 火山灰性砂埴土 重 粘 土 泥炭土（低・中）	正当な生産をあげ、正当な管理作業を行なううえに、若干またはかなり制限または阻害因子があり、土性によっては土層改良または土地改良対策を必要とする。
3	礫 土 火 山 灰 砂 火 山 砂 礫 泥炭土（高）	正当な生産をあげ、正当な管理作業を行なううえに、大きな制限または阻害因子があり、耕地として利用するにはかなりの土層改良または土地改良対策を必要とする。

礫 含 量

級 位	礫 含 量	適 性
1	5 % 以 下	作目のいかにかわらず正当な生産をあげ、正当な管理作業を行なううえに支障がない
2	5 % ～ 10 %	作目によっては正当な生産をあげ、正当な管理作業を行なううえに若干支障があるが、除礫の必要はない
3	10 % ～ 30 %	作目によっては正当な生産をあげ、正当な管理作業を行なううえにかなり支障があり、除礫を必要とする。
4 a	30 % 以 上	耕地としての利用は不適である。ただし、作目によっては除礫により利用可能
4 b	露 岩 ・ 転 石	耕地としての利用は不適

④農地造成への提言

農地開発事業により造成される農地は営農計画により土地利用目的が定められるものであり、当地域の造成農地の利用目的は野菜畑、飼料畑、樹園地である。これに基づきその目的に合致した造成工事は山成工法、改良山成工法及び階段工法で行なわれている。

事業対象土地は里山的な小じわの多い地形であり、土性は主体をなす粘質土と軟岩の隙質土である。これ等の新墾畑土壌は凝結力が強く有機質の多投を必要とする。また耕起深についても作土とするための施行が必要と思う。

このため農地造成される農地の農地保全を次のとおり提言する。

- ア 農地保全の観点から適地選定基準を作成する
- イ 計画調査段階における土地分級に農地保全分級を加える
- ウ 土地利用計画と農地保全および自然条件と農地保全

（２）農地保全の提言理由

山林原野から地目の変更を行う農地開発事業は農用地を造成する事業であり、現在の農用地は農家が何百年の血と汗により立地条件を加味した位置に創設された土地である。このため農用地の保全には十分配慮され、また土地改良事業により改良され自然環境を守る生産緑地が形成されたものである。

このような農用地を造成する事業は、当然農用地が持つ機能を発揮できる状態にするための提言である。

提言したア～ウまでの理由位置づけは次のとおりである。

① 農地保全の観点から適地選定基準を作成する

前記の「国有林野の活用の適地選定基準」の考え方で事業の対象土地をみるのが寛容かと思っている。

このことは農用地の保全予測基準なり農地造成対象地の評価手法でもあると思う。

自然と調和ある開発、緑地保全を配意した開発、対象地域に相応した生産緑地への指向を含めた基準が必要かと思う。また絶対開発してはならない土地については、国土の土地利用上必要なものと、防災予測される土地は厳しく規制することが望ましいと考える。

このことは事業費の高騰を防止し、事業の健全な推進になると思う。また農産物の需要の動向に対応させる農地の耕起深についても合わせて見直し、農地保全選定基準を作成することが事業の円滑な推進になると思う。

② 調査計画段階における土地分級に農地保全分級を加える

前記現行の土地分類の因子についての適性を述べた如く、土地についても農地適性、防災要因がある。このことは土地分類手法と同様な考え方が成立しないか。土地には場所（立地）というものがあ、土地の持つ性質（地質、土壌）があり、それぞれ機能に応じて対応させるため、一定の保全基準（目安）的な手法を行うことが望ましいと考える。

③ 土地利用計画と農地保全、自然条件と農地保全

土地利用計画は事業施行する土地の立地条件、創設農地の利用

を目的として行われるものであり、自然条件を加味した計画でなくてはならない。このことは雨量、風、雪等がやはり計画の根元にある。このため、雨量については地上排水、地下排水を考えた1/10確率基準に基づく保全基準（留意事項含む）を作成する必要がある。風、雪についても同様とする。このことは当地域のように山頂部は季節に応じ風向も変化し、底部で感じる以上の強風があり、作物の成育阻害要因となっているため自然立木を存置した工法とすることが望ましい。また雪の場合も1.5m以上になると融雪期間が当地域では1ヶ月近くもかかり土壌は多湿化し、栽培可能となるまで1ヶ月近くかかると思われる。これも晴天との関係にあると思われるが樹園地とした場合、萌芽期の多湿が作物成長の阻害要因となっている。このような現状にあるため検討方を願うのと合わせて、農地保全のための土地利用基準が必要である。

④ まとめ

農地保全は既耕地の保全と新墾畑地の保全があり、当地域では新墾畑の保全、また新規農地開発計画において重要な課題である。

現在の地域社会において自然環境と調和ある開発が叫ばれているため、農地開発事業にあっては特段の配慮を行う必要があるの
で、条件整備について検討方を願う。

開発地営農と保全

石川県農林水産部 中村 敏

1. はじめに

能登国営農地開発地における営農状況は、農産物価格の低迷、過疎化、高齢化、農業後継者の離農等近年の農業を取りまく諸情勢の変化等に起因して、開発意欲の減退や管理不良地が散見される状況にある。

県においても、市町村、農協等と協力しながら営農技術指導、近代化施設の整備、土づくり、改植等積極的に取り組んできた。

しかし、昭和55年頃から、くりを中心に病害虫が多発し、これに追討をかけるように、58、59年のふか年に亘る豪雪に見舞われ樹園地を中心に大きな打撃を受けるなど、これらの対応もみるべき進展が得られなかった。

このため、造成地の現状と農家の意向等を把握して、今後の事業推進と安定営農の方策を樹立し、地区の活性化を図りもって農地を保全する目的で、昭和60年度において能登地域農地開発事業推進調査を実施した。

今回、能登地域国営農地開発事業の経緯と調査の概要及びその対策の一部について述べてみたい。

2. 農地開発の経緯

能登半島の辺地性を解消することは、地域住民の願いであり、

県の重要な課題であった。

このため、県は能登の地域開発の方向として、未利用土地資源の活用をはかる農業開発に着目し、昭和34年内浦地域（穴水町、能都町）の農地開発基礎調査を農林省へ申請した。

翌35年金沢農地事務局（現北陸農政局）は、「特定地域開発事業基礎調査」に着手し、また36年開拓パイロット事業制度の創設にともない、二子山、神野地区の調査を開始した。

昭和38年七尾西湾干拓と内浦地域農地開発調査のため、北陸農政局能登土地改良調査事務所が開設され、40年には最初の国営開拓パイロット事業二子山地区が着工した。

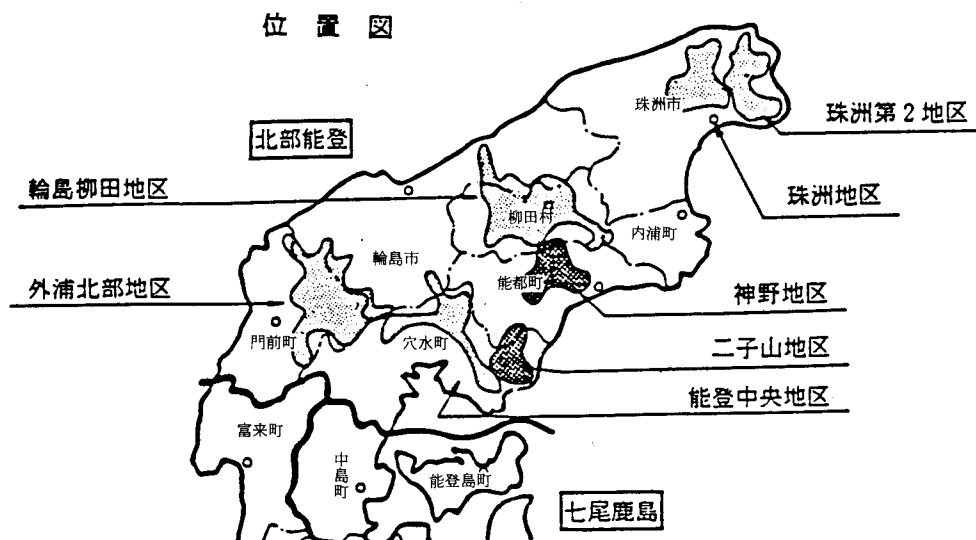
同じく40年に、北陸農政局は当時国の施策であった地域格差是正、過疎過密防止とも関連し、能登の地域振興と食糧供給基地化を狙いとした農地開発をさらに拡大するため、「奥能登広域農業開発基本調査」を行い25,730haの農業開発可能地を概定した。

これにより、国営農地開発構想は先発の二子山、神野に外浦北部、輪島第一、柳田、内浦、穴水等が加わり、計13地区造成面積20,930haという膨大なものとなった。

しかし、昭和45年頃には、能登地域の人口の流出や導入作物（くり、肉牛、乳牛）の計画との隔差等が目立ち始めたため、農政局は、「農業開発方向検討調査」を実施、地区の大幅な整理統合を行って造成計画を10地区11,450haに縮小した。

その後、昭和40年代末には、工場誘致や観光開発への期待から能登においても、山林の買占め、農家の意識変化が生じ、さらに

50年代に入ると、農産物の過剰基調等を反映して、造成計画は大きく後退し60年現在7地区 3,330haとなっている。



3. 事業の実施状況

昭和40年度に二子山地区から着工した国営農地開発事業はすでに、二子山、神野の2地区が完了し、現在、外浦北部、輪島柳田、珠洲、珠洲第二、能登中央の5地区で事業実施しており、全体計画に対する60年度末の進捗率は2,480haの74%である。

地区名	全 体 計 画			60 年 度 ま で			
	事業年	造成面積	総事業費	造成面積	進捗率	植栽可能	可能率
二子山	40~47年度	604.4 ^{ha}	1,661 ^{百万円}	604.4 ^{ha}	100.0 [%]	389.8 ^{ha}	64.5 [%]
神野	42~52	536.9	3,029	536.9	100.0	345.3	64.3
輪島柳田	46~62	455.2	9,490	445.2	97.8	260.0	58.4
外浦北部	45~64	415.0	7,440	291.0	70.1	168.2	57.8
能登中央	54~68	403.7	6,580	66.6	16.5	44.3	66.5
珠洲	48~63	461.7	9,870	388.0	84.0	287.8	74.2
珠洲第2	53~65	456.1	10,660	147.5	32.3	117.8	79.9
計		3,333.0	48,730	2,479.6	74.4	1,613.2	65.1

これを栽培作物別にみると、くりは 1,441 ㌦と全体の 58% を占め、次いで飼料及び牧草の 451 ㌦、野菜の 301 ㌦、くわ 136 ㌦、りんご 81 ㌦、その他 71 ㌦となっている。(単位: ㌦)

地区名	樹 園 地						普 通 畑			草地	合計
	くり	りんご	くわ	たけのこ	ふき	小計	飼料	野菜	小計		
二子山	537.2	-	-	-	-	537.2	-	-	-	67.2	604.4
神 野	316.3	-	32.7	-	-	346.3	117.9	-	117.9	72.7	536.9
輪島柳田	318.7	-	23.5	-	56.9	399.1	11.5	34.6	46.1	-	445.2
外浦北部	201.2	17.4	19.4	14.2	-	255.2	-	34.0	34.0	4.8	291.0
能登中央	-	21.6	-	-	-	21.6	-	45.0	45.0	-	66.6
珠 洲	70.0	26.3	26.9	-	-	123.2	65.5	100.4	165.9	98.9	388.0
珠洲第二	-	15.3	33.4	-	-	48.7	12.3	86.5	98.8	-	147.5
計	1440.7	80.6	135.9	14.2	56.9	1728.3	207.2	300.5	507.7	243.6	2479.6

造成工法は、山成工 1,218 ㌦、階段工 716 ㌦と両工法で全体の 78% を占めている。これは、昭和 55 年頃までの造成がほとんど両工法でなされたためで、昭和 56 年度以降の造成地は地元要請を受け、改良山成工が中心となっているが現在までのところ 546 ㌦の造成で全体の 22% にすぎない。

4. 調査の概要.

調査は先ず、造成地一筆(一筆とは、換地又は一次利用指定のなされた土地をいう)毎の所有者、耕作者を確認後、能登農業開発事務所、農業改良普及所、土地改良事務所等県の出先機関が主体となり、市町村、農協等の参加を得て調査班を編成し、現地調査を実施した。

内容は、作物の生育状況を把握するとともに、圃場の作付管理状況として、土づくり、施肥、除草、病虫害防除、整枝せん定な

ど、又圃場環境状況として、風、雪、日当り等気象条件、土性、礫含有等土壌条件、圃場形状、道路状況、排水状況、傾斜、耕作の便否等圃場条件、防風、かんがい等施設条件等諸条件を判定基準により区分した。

判定基準の 1～4 段階の区分は、計測したものではなく、現地においてそれぞれ調査班で協議し、客観的判断に基づいたものである。

管理状況

コード	土 づ く り	施 肥
1	有機物（草生含む）が投入され、良く耕うんされている。	葉色が濃く、生育が良い。
2	耕うんされているか、または有機物が投入されている。	適度の葉色である。
3	耕うんが不十分である。	施肥量が不十分で、葉色が薄い。
4	耕うんされておらず、土がかたい。	施肥がされていない。

コード	除 草	病 虫 害 防 除
1	良く除草されている。	防除が十分されていて病虫害がない。
2	除草されている。	防除が行われているが病虫害が少しある。
3	除草が不十分である。	防除が不十分で被害が多い。
4	除草が全くされていない。	防除が行われておらず、病虫害が甚だしい。

コード	整 枝 せ ん 定	そ の 他
1	全ての樹が適正にせん定されている。	
2	全ての樹がせん定されている。	
3	樹の一部がせん定されている。	
4	全く、せん定されていない。	

自然条件

コード	風	雪
1	生育障害がない。	積雪 0.7～0.8m以下で根雪期間が短い。
2	生育障害があるが回復し実害がない。	積雪 0.8～1.0m以下で対策をすれば被害が防げる。
3	収量低下が見込まれる。	積雪 1.0m 以上であるが被害が少ない。
4	著しい生育障害が認められる。	積雪1.5m以上で根雪期間が長く、被害が甚大である。

コード	塩 害	日 当 り
1	全くない。	良い。
2	被害はあるが実害はない。	やや良い。
3	所々に被害がある。	朝日の日照が少ない。
4	被害がある。	地形上、日照が少ない。

コード	土 性	礫 含 有
1	砂壤土、壤土	ほとんどない。
2	埴壤土	小さな石が少しある。
3	埴土または礫質土	石が多い。
4	珪藻土	石礫が多い。

コード	湧 水	そ の 他
1	ない。	
2	雨後に湧水があるが2日程で止まる。	
3	雨後に 7～10日程湧水がある。	
4	常に湧水がある。	

圃場条件

コード	圃 場 形 状	道 路 状 況
1	ほぼ方形でトラクター作業に支障がない。	通行に支障がない。
2	やや不整形だがトラクター作業に支障がない。	通行は可能である。
3	不整形でトラクター作業が一部不可能である。	通行が時折不能となる。
4	帯状でトラクター作業が不可能である。	通行不能。

コード	地 下 排 水	地 表 排 水
1	排水が良い。	傾斜が程よく排水が良い。
2	一時排水が悪いことがある。	一部に排水溝が必要。
3	一部排水が不能。	排水溝を掘れば排水可能。
4	排水不良。	排水不能。

コード	傾 斜	通 作 距 離
1	ほぼ平坦でトラクター作業が容易である。	1.0km未満
2	圃場の一部でトラクター作業に支障をきたしやすい。	2.0km未満
3	全般に傾斜が強くトラクター作業に危険が伴う。	2.0～4.0km
4	傾斜が著しくトラクター作業が不能。	4.0km以上

コード	耕 作 の 便 否	そ の 他
1	機械作業がしやすい。	
2	圃場の一部で機械作業が難しい。	
3	圃場の大部分で機械作業が難しい。	
4	機械作業が不可能である。	

施設条件

コード	防 風	灌 漑
1	十分防風効果がある。	圃場まで配管され水がある。
2	防風効果がある。	圃場まで配管されているが水量が不十分である。
3	防風効果が不十分である。	水源はあるが圃場まで配管されていない。
4	防風施設がない。	灌漑施設がない。

コード	防 兎	防 除 用 水
1	2mの高さの施設があり被害がない。	圃場で確保できる。
2	整備されているが一部に被害がある。	圃場から遠くない所で確保できる。
3	施設が不十分で被害がある。	用水の運搬にやや時間がかかる。
4	施設がなく被害がある。	用水の運搬に多くの時間がかかる。

これら判定基準による結果を基にクロスすることにより、圃場一筆毎の評価を行い、現状で営農が可能か、営農努力が望まれるか、作物転換が必要なのか、又畑面の整備、かんがい施設の整備等が必要なのかを区分したところである。

一方これと併行して、石川県農業会議及び地元農家の協力も願って、農家現況調査並びに農家の意向を把握するためアンケート調査を実施した。

農家現況調査は調査員が農家に赴き、年齢構成、中核農家登録の有無、農業後継者の有無、専兼別、水稻面積、生産物出荷状況、農業粗収入、農家収入、借入金の多少等を聴き取り調査した。

アンケート調査については、①農地開墾に参加して良かったこ

と、②現在の営農状況、③営農上問題となっていること、(ア、自然条件、イ、農地造成、ウ、施設道路、エ、栽培飼養技術、オ、農家事情、カ、経営流通、キ、資金)、④これからの営農はどうするつもりか、⑤造成や営農について何か要望があるか等についてそれぞれ10~20項目をかかげ選択してもらった。

5. 対策

一筆調査、農家意向調査等の結果を踏まえ、県農林水産部内に国営農地開発地域営農改善懇話会を設置し、「作物及び営農指導部会」、「経営及び資金部会」、「農地及び公社有地部会」、「農家負担軽減部会」、「再整備部会」の5つの部会に分れそれぞれ課題及び対策について検討を行った。

この結果、開発地全集落毎の営農振興計画策定事業、中核農家への農地の流動化、畑面の整備、かんがい施設の整備、熟畑化等再整備の実施、作物転換、資金手当、営農技術指導等の対策が必要とのことから、農地開発地域農業振興事業(県単)、新技術普及特別事業等現行の開発地向け制度のほか、一般農業施策の活用とともに、国営農地開発営農再建利子補給事業、畜産経営改善対策指導事業等新制度を創設したところであり、これにより農家が安心して営農に取り組み、農地の保全並びに地域農業の活性化に結びつけたいと考えているところである。

6. あわりに

しかしこれらの施策を実効あらしめるためには、地元農家の熱意が最も重要であり、個々の農家はもとより集落、市町村、農業団

体が一体となった取り組みに期待しているところである。

最後に開発地における営農の活性化のため種々の調査、対策が講じられてはいると思うが、石川県調査方法が一考になれば、幸いであると考えている。

農地保全研究部会 第7回研究集会資料

農地保全の研究 第7号

昭和61年7月17日

編集・発行者 農業土木学会農地保全研究部会

〒271 松戸市松戸648

千葉大学園芸学部 造園工学研究室

T E L 0473—63—1221 (350)
