

2. 土壤改良と地力増強

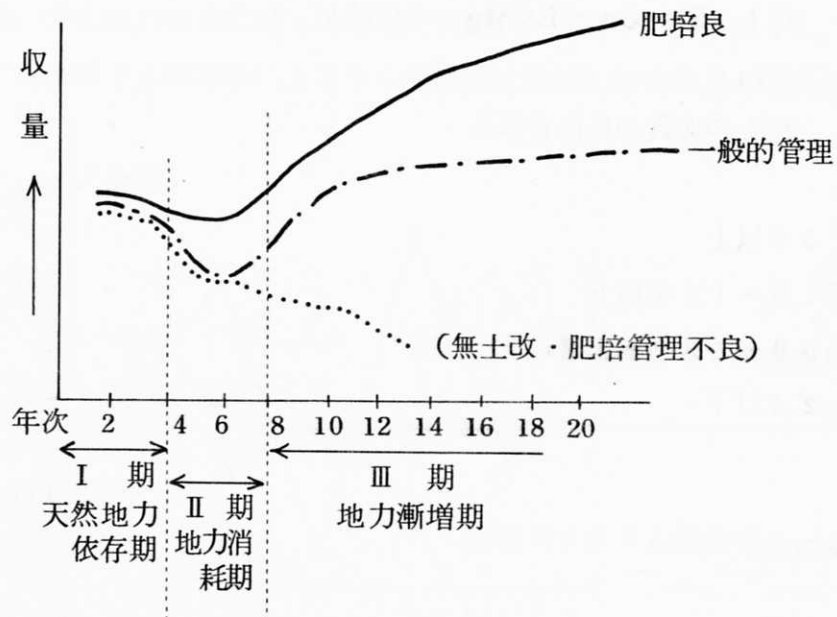
(話題提供) 開発地における土壤改良と地力増強について

福島県農業試験場長 立 谷 寿 雄

開発畑地は既存畑地よりも概して条件が劣るが、大規模開発畑は1区画が大きく、機械化栽培が可能のように造成されている。

このことは省力化、土壤改良などの面では有利であるが、土壤侵食による地力維持などからみると危険を伴うおそれもある。

開発地は開墾当初の3～4年は施肥に比例した収量を示すが、その後の数年間はややもすれば収量は低下する。この低下する時期に十分な土壤改良、肥培管理を行わないと収穫皆無の状態となる。このことは開拓入植者の離農状況をみても明らかであるところである(第1図参照)。



このような開発地の土地生産力の減耗要因と低収要因をみると第1表のようで未熟畑土壤の熟畑化と土壤の不良性の改良は生産をあげるために最優先しなければならないことであるが、それと共に土壤保全を併行して行うことが大切である。

第1図 開墾地の生産力の経年変化(福島県)

注) 開拓地における地力の変せんと今後の維持増強対策
農林省農地局 — 1968 (P 282)

第1表 開発地の土地生産力阻害要因と対策

阻 害 要 因		対 策
土 壤 侵 食	耕土流亡による浅耕土化 耕土流亡に伴う酸性化 塩基欠乏 耕土流亡防止	深耕, 客土, 土壤改良, マルチング 酸性矯正, 有機物増施 石灰・苦土施用, 微量要素補給, 有機物増施 テラス耕作, 带状耕作, 輪作体系の合理化, 集排水の整備 防風しょうの整備, 防風林の設置, 有機物の増施, 地表被覆
未耕地改良	酸性 りん酸, 塩基などの不足 土層の不良	石灰・苦土施用, 有機物増施 りん酸増施, 石灰・苦土施用, 微量要素施用 深耕, 混層耕
土 壤 水 分	旱害 過湿害	畑かん 排水施設 (大型化するにつれて排水不良化する)

(1) 開発地の土地生産力増強の要因と手順

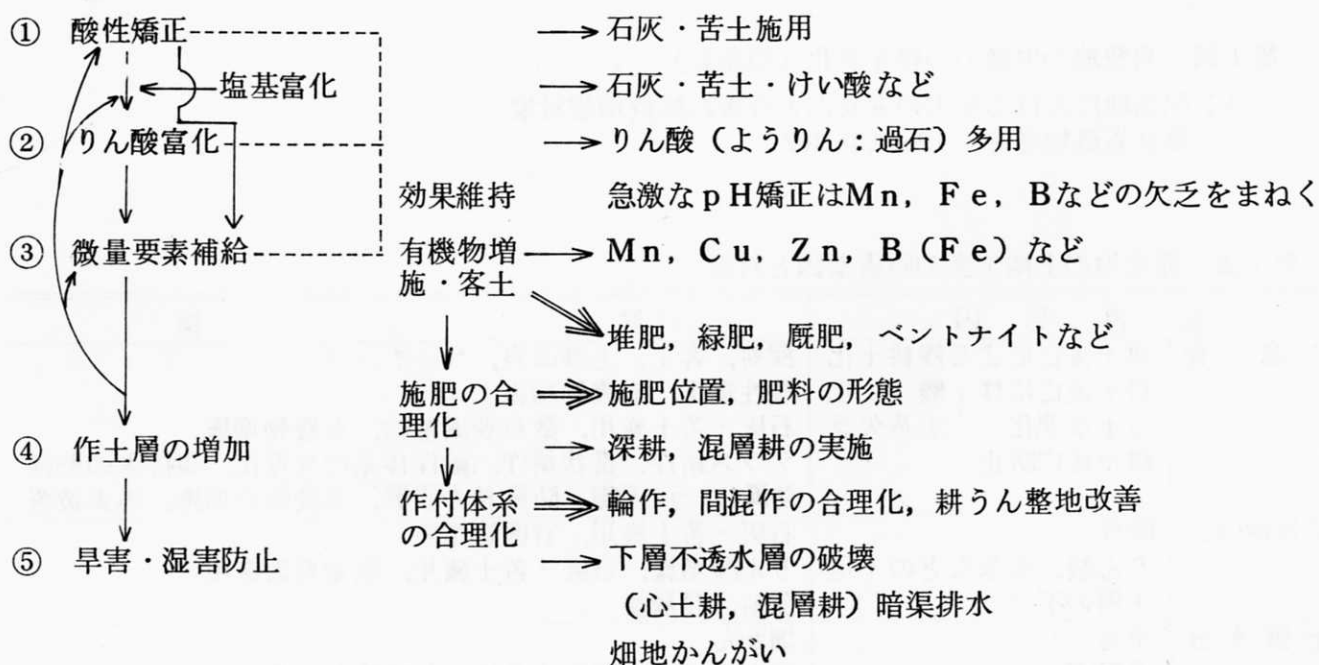
畑地の土地生産力を支配する要因には土層の厚さ、土壌の肥沃度、塩基量、保肥力と土の水分の状態、密度などがあげられる。

第2表 畑地の土地生産力増強の要因と目安

要 因	目 安
1. 有効土層の厚さ	100 cm内外
2. 作土の厚さ	30 cm以上
3. 肥沃度 { 酸性 有効りん酸	pH 5.5 ~ 6.5 非火山性土 8 ~ 10 mg以上 火山灰土 2 mg以上
4. 塩基飽和度	50 % 以上 但し, $Ex-Ca / Ex-Mg = 10$ 以上
5. C・E・C	20 me 粘土の性質の良化を図る
6. 透水性, 保水性	
pF 1.6 以下の大孔隙	5 % 以上
気相分布	15 ~ 18 % 以上
有効保水量	50 mm / 30 cm土層以上
7. 密 度	2.4 以下

それらの要因の改善目安がたてられていて、開拓事業・地力保全事業などの改善対策に用いられている
(第2表参照)。

第3表 土地生産力増強方策の手順



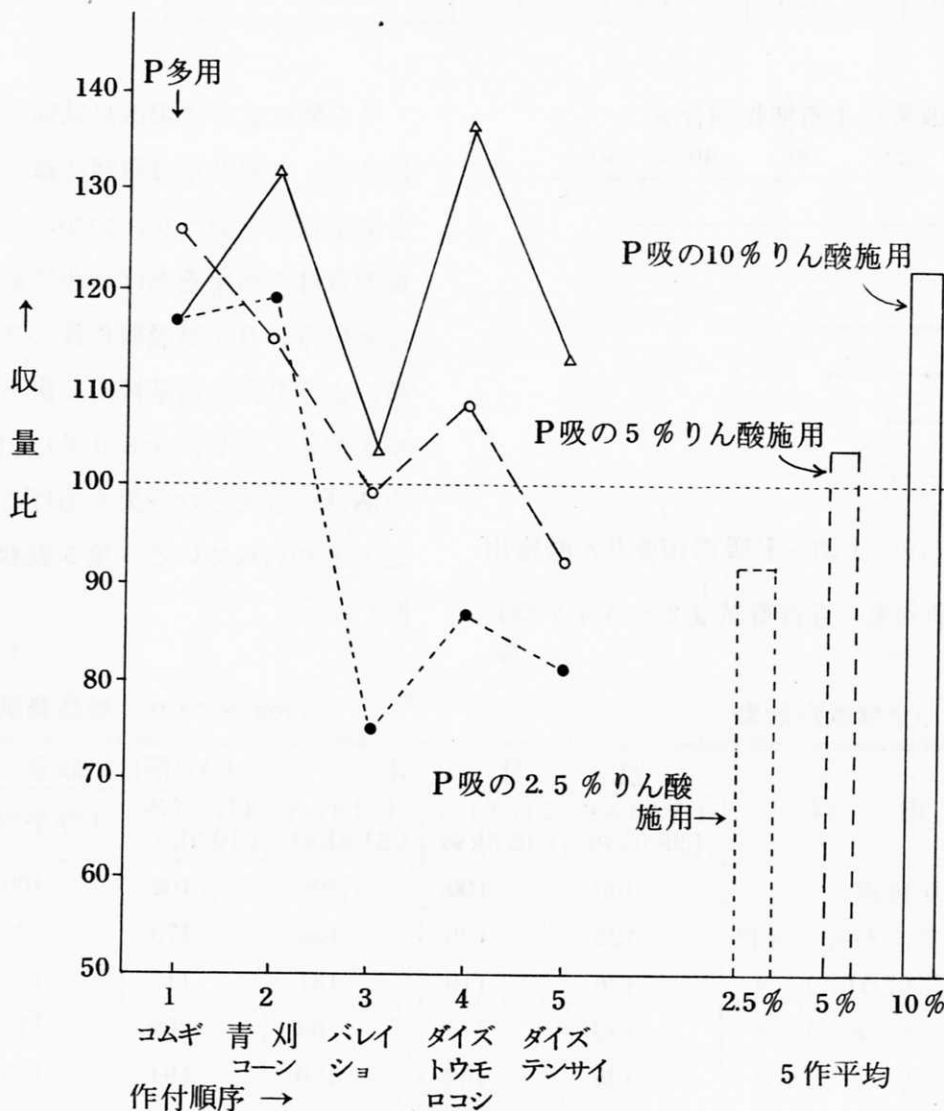
それらの生産力を増すべき要因をどのような手順ですすめるべきかを示すと第3表のようである。改善の手順は土壌の生産力阻害要因別評価を行い、その評価の高いものから改善することである。第3表は開拓地土壌にみられた阻害要因をもとにあげたもので酸性矯正 → リン酸富化 → 微量元素補給などで一応生産の向上を図り、更に作土層の増加と土壌水分管理を加えて高収化することである。

そして、その土地生産力の維持、省力化のために有機物の多用、作付体系と施肥の合理化をすすめなければならない。

(2) 酸性、りん欠対策

前述の酸性、りん欠、微量元素欠は開発地では随所にみられる障害である。この土壌的欠陥はそれぞれ単独で反応しているものではない。酸性化はりん欠を助長し、微量元素の溶脱を多くしているが活性化に役立っている。酸性矯正はりん酸の肥効を助けるが、微量元素の或種のものは不溶化へすすむといったような反応が相互に起る。

酸性、りん欠の改良に当っては石灰質肥料、ようりん、重焼りん、重過りん酸、過石など使われるが、塩基性りん酸肥料によるりん酸補給は同時に酸性矯正と塩基飽和度の改良を伴うことになる。



そこで、りん欠対策にようりんの施用が望ましいことは当然である。

りん酸による土壌改良方策は山本毅氏が東北農試において確立した技術で、その成績を引用すると、りん酸吸収係数の5%以上が望ましいが作物の種類ではりん酸にあまり反応しないものもあることが知られている(第2図参照)。

第2図 リン酸施用量と持続効果(東北農試)

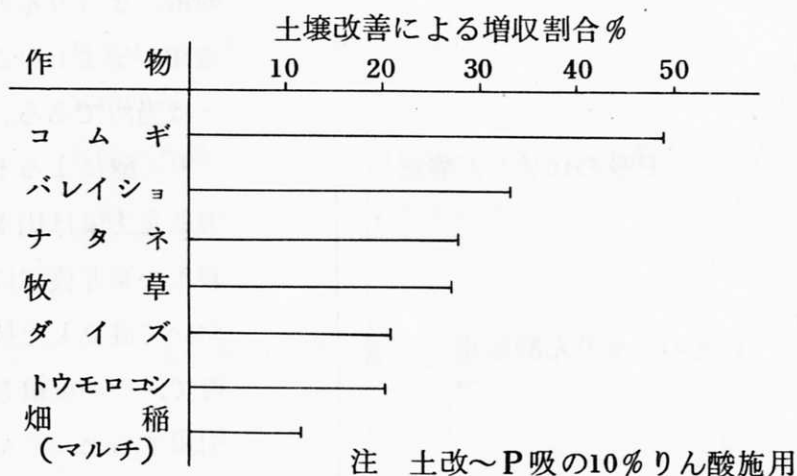
しかし、りん酸吸収係数 1,000 ~ 2,000 の土壤に吸収係数の 5 % 施用するには 100 ~ 300kg / 10a - 10cm 深必要となる。増収効果と経済性を考慮して、りん酸改良法 — 即ち、りん酸吸収係数の何 % を施すか、効果的な施し方（全面施用、部分施用など）資材の種類 — を決定しなければならない。

畑地のりん酸改良については青森農試が中核研究として 43 ~ 45 年に「土壤改善を基盤とする畑作生産力増強」試験で詳細に行われている。りん酸改良（りん酸吸収係数の 10 % りん酸施用）では 7 作経過してもなお効果があり、作物間に効果の相違の著しいことも明らかにされている（第 4 表、第 3 図参照）。

第 4 表 りん酸改良の持続性（収量比）

P 吸 10 % りん酸の持続 青森農試（40 年 ~ 45 年 7 作）

区 名	40 テンサイ	41 トウ モロコシ	42 バレ イ シ ョ	43 ナ タ ネ	43 家畜カブ	44 トウ モロコシ	45 バレ イ シ ョ	7 作 平 均
対 照	100	100	100	100	100	100	100	100
改 良	121	107	125	102	128	105	120	115



第 3 図 土壤改良の作物別効果 青森農試（2 ~ 3 年平均）

りん酸による土壤改良試験は数多く、各県共指導資料にはこと欠かないと思うが、いかに少量の資材で効果をあげるかにあると思う。りん酸吸収係数の 2 % のようりん酸と塩基補給に炭カルを加えて飽和度を 80 % に引きあげても十分な効果をあげることも知られている（第 5 表参照）。

第 5 表 花崗岩土壤開畑の土壤改良効果

1969 ~ 1970 福島農試

区 名	改 良 内 容	収 量 比 () 対 照 区 の 収 量				4 作 平 均
		1 作 オオムギ (28.0kg)	2 作 ダイズ (16.8kg)	3 作 オオムギ (21.8kg)	4 作 ダイズ (10.9kg)	
対 照	慣行、炭カル、堆肥施用	100	100	100	100	100
改 良 A	塩基飽和度 80 % (苦土石灰) 堆肥	123	126	135	173	139
B	P 吸の 2 % りん酸施用 (ようりん) //	126	116	131	112	121
C	// 5 % // (//) //	139	171	163	209	171
D	// 2 % // (//) //	135	142	150	191	155
	塩基飽和度 % (炭カル) //					

供試圃の土壤— pH 4.8 (H₂O), 塩基飽和度 47 %, P 吸 674, 有効態 P 5.2 mg

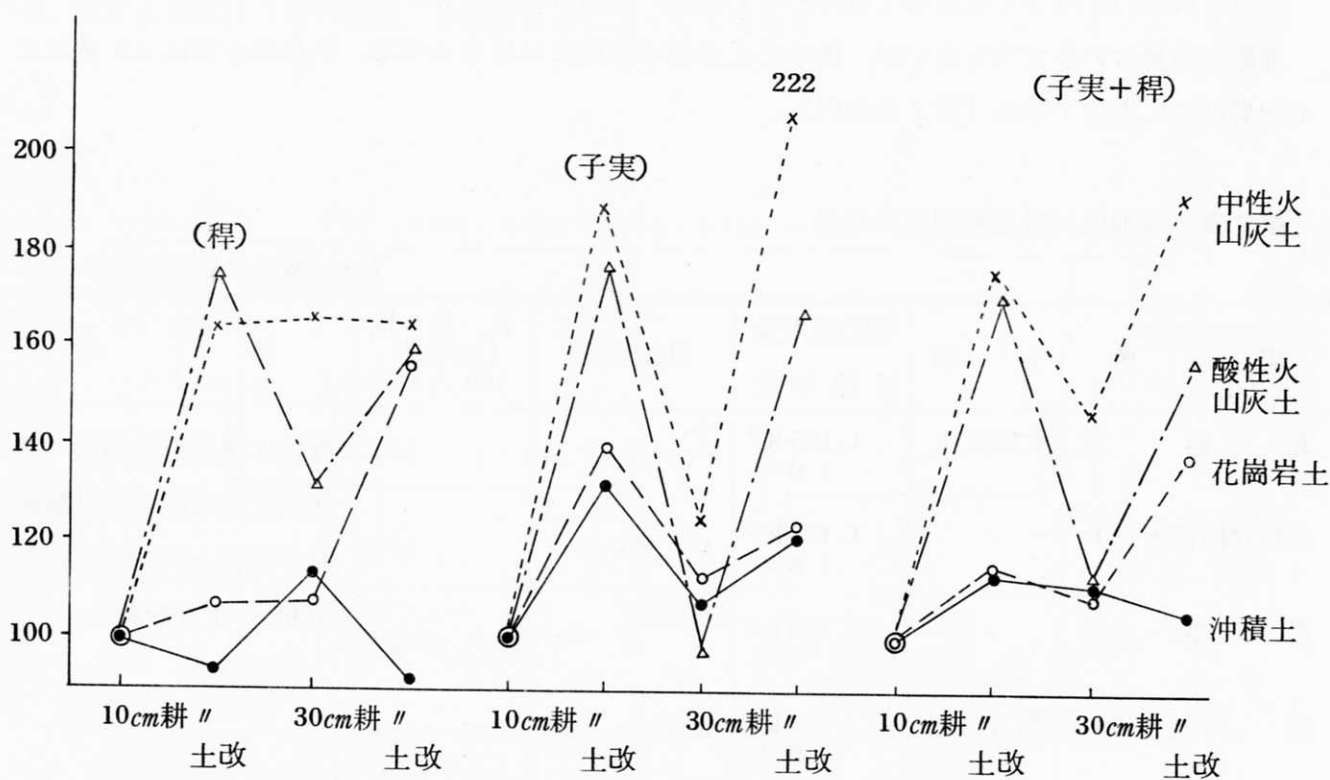
(3) 作土層の増加策

開発地の低収の大きな要因に作土の浅いことがあげられる。畑作物は少なくとも 30 cm 以上の作土層が必要とされている。

有効土層が厚いにもかかわらず作土が薄いものは深耕で改善できるが、有効土層も薄いものは心土耕、混層耕の盤の破壊などによって改善しなければならない。

作土層を増すに当ってはロータリ耕、プラウ耕があるが大型ロータリ耕 20 cm 付近が一般で、それより深く行うにはプラウ耕によらなければ困難である。耕うん法(耕深を含めて)の効果は第 6 表のようでプラウ耕による深耕は土壌の反転もあって効果が更に高く、土壌の保全上も望ましいことと思われる。

作土層の増大は根群分布、土壌水分状態の調整に大きな意義をもつが、下層の不良土が作土に混入することによる影響を無視できない。深耕した場合はそれに伴う土壌改良が併行しなければならないことは当然である(第 4 図参照)。



土改 — P 吸の 10% りん酸施用 (ようりん 4 : 過石 1)
 $ExCa/ExMg$ 比 = 10 以下
 塩基飽和度 50% 以上

第 4 図 トウモロコシに対する土改と深耕の効果 (東北農試)

第6表 火山灰土における耕うん法（耕深）と効果

収量比-% （1971—長野農試桔梗ヶ原分場）						
区 名	耕 法	耕 深 cm	コ ム ギ	ダイコン	ハクサイ	3 作 平均
対 照 耕	小型ロータリー	1 5	100	100	100	100
プ ラ ウ 耕	ボトムプラウ →	2 5 ~ 3 0	98	130	106	111
	デスクハロー →					
	ツースハロー					
ロータリー耕	大型ロータリー	1 8 ~ 2 0	97	112	106	105

（4）土壌腐植の富化対策

開発地土壌 — 未耕地土壌 — に対しては堆肥と塩基の補給が熟畑化のために不可欠の条件である。塩基やりん酸は購入肥料で供給されるが堆肥は農業者が自ら生産し施さなければならない。

開発地の有機物の供給のために既耕地を犠牲にして施用している農業者はみられない。

現地（開発地内）で生産して施用しない限り、腐植は減耗してゆく。

堆肥の効果はいうまでもないが、畑地の生産力の維持には最も大切で、不良畑土では30%以上の効果は常に期待できる（第7表参照）。

第7表 畑地における堆肥施用効果

（地域農試・指定試験）					
場 所	土 壤	堆肥施用量 継 続 年 数	供試作物	収 量 比 （無堆肥 100とし）	備 考
北 海 道	火山灰土	1,125 kg 19年	バレイショ	160	農林水産技術会議編「農 林水産業に関する試験研 究の現状と問題点」 1962—より転載
長野（桔梗ヶ原）	〃	1,125 kg 18年	トウモロコシ	148	
農 事 試	〃	1,500 kg 5年	コ ム ギ	135	
愛 知（豊橋）	鉾 質 土	750 kg 5年	ハダカムギ	124	
三 重（東海）	〃	1,125 kg 4年	コ ム ギ	117	
鹿 児 島（鹿屋）	火山灰土	1,125 kg 10年	コ ム ギ	118	

いかにして堆肥源を求め、土壌腐植の富化をはかるかにあると思う。

それには作付体系の合理化以外にない。作付体系のなかに有機物資源となる作物 — 牧草・飼肥

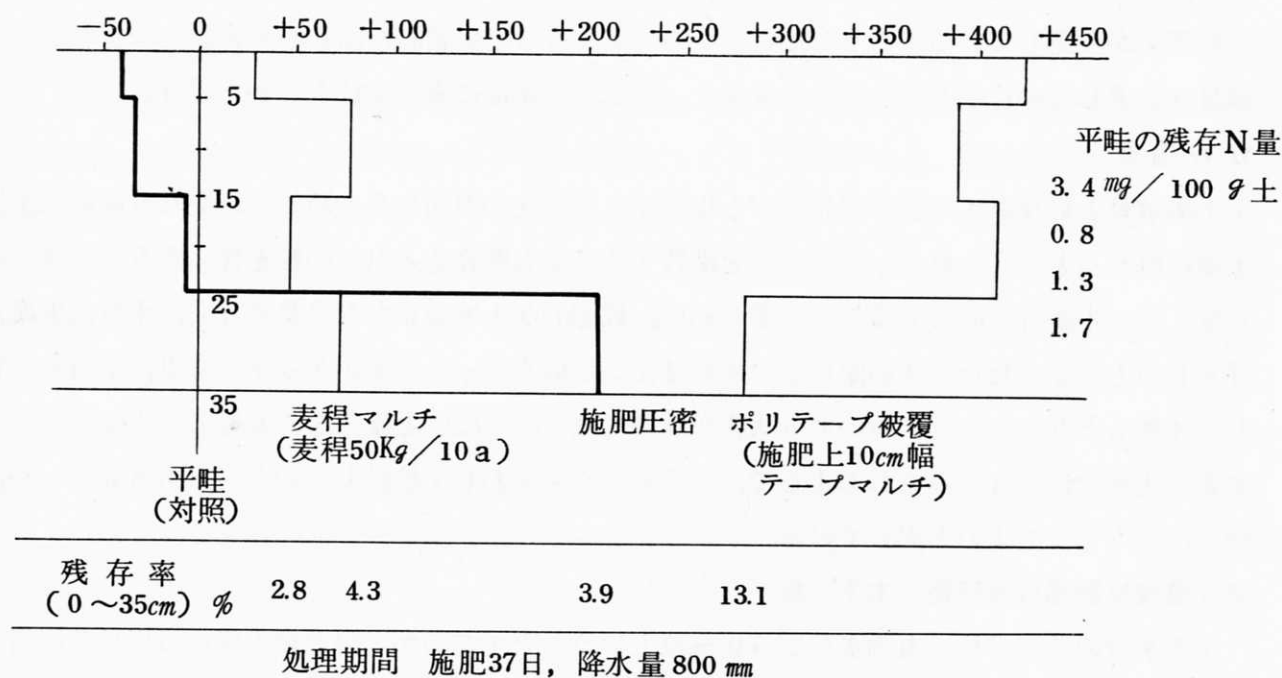
料作物 — を導入することである。イネ科牧草は茎葉部の生産が多く、マメ科牧草は刈株、地下部の残量が多いので、土壤有機物の増加に役立つ。

従来、マメ科牧草の導入は地力の増強に役立つと言われてきたが、傾斜のある開発地では、むしろイネ科牧草栽培地は耐水性集合体を増し、有機物の腐植化とその消耗についてもマメ科に優り、後作物の収量を多くしていることが四国農試の研究で明らかにされている。

(5) 施肥，土壤成分の流亡防止

開発地の生産力を増し、維持するためには土壤の流失と養分の流亡をいかに少なくするかにある。そのため土壤侵食防止的技術を導入しなければならない。作付体系を通しては植被度の増大をはかると共にマルチ栽培，圧密などの方策も必要となる。施肥成分の保持のためには吸肥力の大きいペントナイト，ゼオライト，良質粘土の客入もよいが，耕種面でも方策を検討しなければならない。九州農試の試験によると施肥部位の圧密，ポリテープの被覆が著しい効果を示している（第5図参照）。その成績から麦稈マルチは浅根性作物に，施肥圧密は長期的な後期の吸肥大な深根作物に，ポリテープ被覆はその両者に適応する方法と推察される。

流出する成分にはN, K, Ca, Mg, Na, Clなどが多く，Nは NO_3-N の形態で移動している。また流出率は作物の種類，被覆度などによっても異なる。



第5図 チッソの溶脱防止と残存 ($\text{NO}_3-\text{N} + \text{NH}_3-\text{N}$) 割合 (九州農試)

(6) 開発地の土壌改良、地力維持増強の問題点

開発地は開発当初は低収であるものと思われてきたが、基盤整備、かん・排水施設や病虫害防除施設が整備された以上は既耕地並の生産をあげなければならない。そのためには既知の技術を充分に活用して経済的に成立つ状態に生産力の増大を図ることが要求されている。

土壌生産力は前に述べた方法によって増大することは知るところであるが、その維持法に問題がある。その問題点をあげると次のようである。

1. 換金性作物（野菜）を中心とする地力維持的作付体系の確立
2. 普通作物（大小麦一ダイズ）の省力で土壌保全的栽培法の樹立
3. 開発地の有機物確保と有機物毎の施用効果の把握・施用法の改善
4. 流出水の再利用法の確立
5. 省力、流亡抑制の施肥・土壌改良法の樹立（改良資材・肥料の形状、形態と施用（金肥区）法の改善）

福島県園芸試験場会津試験地 国沢高明

私は果樹栽培をやっているが、中国の古い農書である「齊民要術」の中に、「山の木を夏に切り太い木を除去して火入れをし、第1作にそばを作り、次に大豆を作って土地を富化し陸稲を作る」とあって、千年以上前にこうした技術があった。今のやり方は、山全部をブルドーザーなどでおこすが、石灰・熔燐などは金がかかって多くを入れられないでいる。そこにモモやリンゴを植えるので生理障害が多発している。こうしたことから考えてもっと生態的な面からの検討も加えながら土壌改良を追求していくことが今後の土壌保全、開園上に非常に重要ではないかと思う。

立谷場長

土壌改良という点では現在の農法でも化学性と物理性の両面から一時的にはかなり高い生産性の土壌に直せると考えられる。ただそれを維持するには有機物を入れて団粒を作ったりしなければならず、高い生産性を維持することは難しいが、理想的な土壌改良がなされるなら、十分な生産があげられると思う。ただ、果樹園などの場合はたこ壺植をやったためポケットになり、湿害や災害をおこす例もあり、また、土壌の水分状態が順調でなく、干ばつと湿害をくり返して生理障害をおこす例が現地ではかなりみられるようで、そういう点も合わせて検討しないと何とも言えないが、焼畑農法でなくてもよいと思っている。

東北農業試験場環境部長 木下 彰

土壌水分の改良目標は有効水分が50 mm位ということであるが、阿武隈土壌の母岩は花崗岩が多いということから有効水は30 mmかもっと少ないと思う。恒久的な安定多収の改良にはどうしても外から水をもってくることを考えないと、水がリミッテングファクターになると思われるがその計画があるか。

また、土壌の種類によって、土地利用の型態を変えるような、例えば土層の浅いところは牧草に、乾ばつをうけ易いところは果樹園にするといった計画はあるか。

立谷 場長

母畑開発では灌漑施設が並行してできているので灌漑水の問題はないが、干ばつの出易いのは有効土層が非常に浅く、毛管水があがってこられない盤ができているところだと思う。

作付計画については正確なことは申しかねるが、そうした立地条件を考慮した作付計画とか土地利用計画などができているかは疑問である。大体習慣的に分けられているのが、大方の現象だったと思う。今後の土地利用は、こまかく土壌条件のうえに立って考えていく必要があると思っている。

福井県立短期大学 城下 強

造成するさいに切り盛りしたところでは雨のあと、切った斜面から一時的に湧水の形で出てくるとか、上の耕地から下の耕地に水がでてきて作物が湿害をこうむることがあると考えられる。

テラス工法では、工事を始めるときはどこから出水するかわからないので等高線にやる以外にないわけであるが、後になって、不測のところから出水して処置なしという場合があるので、たとえば斜面の下に排水路を作り、集水して排除するというような土木工学的な基盤整備の施工基準はあるか。例えば渥美半島では湧水の問題でなやんだし、他にもかなりあると思うので、お聞きしたい。

立谷 場長

盛り土される下の盤との間に水が流れていて、それが地すべりの原因となることがある。

千葉 部長

階段工については施工基準がある。改良山成り工については相当多量の土を移動するのでクボ地の排水についてはかなり神経質に考えており、埋めこむ下にかなり太い暗きょを入れ、さらに表面には表面水排除の溝を設けるというようにしている。

ただ、暗きょについては造成時の施工基準ということではなく、造成場所の種類のいかんを問わずどんな場合にどんな暗きょを入れるべきかという暗きょの施工基準がある。改良山成り工の場合には谷をうめるような形でやるので、地すべりの心配はない。完全に一方向の斜面に崩したものである程度おきるかもしれないが、この場合でも大きく崩れる心配はないと思う。ただ、シラス地帯でがけ崩れした所の土壌水分をみると、水分の不連続のところからくずれることは確かにあるので切り盛りにかかわりなく土壌水分が不連続ですべる危険があるような土層状態や傾斜のところではそれなりに排水工法を考える必要があると思われる。

また、承水路をもうけて水の移動をしゃ断するなどの方法はあるが、ただ、教科書どおりにあてはめるのではなく、その場に応じて判断することが非常に重要であると思う。