

地力とその管理

北海道立中央農試化学部 平井 義孝
土壌改良第二科長

1 地力の考え方

地力に対する理解はそれを語る人、聞く人によって様々である。それはそのおかれた社会・経済的な立場から理解が異なるためであろう。最近石塚先生（北大名誉教授）は地力に対する歴史的な背景と、その考え方をまとめられた。それは極めて共感と示唆に富む内容で、地力を理解するうえで参考になる点が多いので、以下に要約して紹介してみよう。

人類文明の発祥地は土壌が肥沃な大河川流域の沖積土地帯であるとされている。これは生産技術が未熟なこの時代では、食糧を得るうえで少ない労力で豊かな土壌の肥沃度に頼って食糧を確保することに最も適した所であったからである。すなわち自然のままの地力あるいは骨格的地力と称されているものであるが、このような段階の地力をもって地力と表現するのは、現在の日本のように集約化された農業の発達した段階では相応しないであろう。

しかし文明が進み人口が増加し、また高い生活文化を求めてくるに従って、骨格的地力の高い所だけでは食糧をまかなうことが難しくなり、次

第に骨格的地力の低い土地でも農耕を余儀なくされる次第になってくる。人間は経験と試行錯誤を繰り返して、土地がもっている欠点を解消し、豊かな収穫を得ようとする努力が払われてきた。このため排水とか深耕の技術が開発されたのである。一方このような土地改良や土層改良だけでなく、作物が求める養水分を積極的に充分供給可能にする必要がある、しかも経済的にかつ安全に作物の栽培ができるようにするため、輪作や施肥技術あるいは有機物など多様な研究がなされてきたのである。この場面において土壌肥科学の発展がみられ、土壌のもつ生産能力をいかに高めてそれを発揮させるか、さらに肥培技術を加味して、これらの総合能力でいかに健全な作物で高い収量を図るかという土壌肥沃度の研究が営々と行われてきたのである。

石塚先生はこのような段階の地力を称して現存的地力と表現している。当初の段階では有機物や緑肥の多用あるいは輪作などによって地力を培養し、その力で多収を得ようとするいわゆる地力培養型のものであった。今日でもそのような例は諸外国にみられている。しかし日本では経営規模や社会的背景から多肥によって多くの収量を求めよ

目 次

□完結用の肉牛配合飼料	
モミガラ(そのまま)利用のオールインワン方式について……表②	
モミガラ(そのまま)利用のオールインワン方式の成績……表③	
■地力とその管理	平井 義孝…………… 1
□ペレニアルライグラス	
奨励・準奨励品種マンモスについて	上原 昭雄…………… 7
■早春、晩秋の放牧期間延長に適する草種	高橋鴻七郎……………12
□札幌研究農場の移転工事進む	編 集 部……………16



ヘイベイラーによる一番草の収穫、梱包

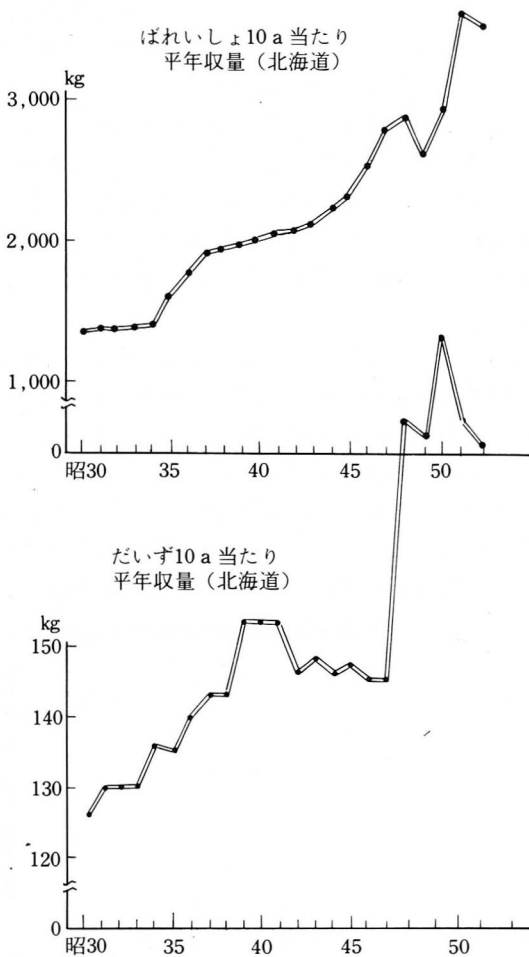
うとする肥料依存型の地力形態へと移行してきたのである。その程度も経営規模や作物によって肥料の依存割合が異なっているもので、したがって現存的地力については、その時点や程度によって地力の評価は異なってくるのは当然といえるであろう。

2 地力の実態と変化

さて昨今地力をめぐって活発な論議が研究者のみでなく、行政・生産者と幅広い階層で行われている。その共通的な内容は(1)農業の機械化に伴い家畜が減少し、また農業労働力が他産業へ吸収されたことにより自給肥料の生産量、施用量が減り、生産技術も粗放化してきた。(2)有機物施用減を補

う形で化学肥料と農薬を多投し、土壌が荒廃化してきている。(3)特産地形成にみられる連作あるいは輪作年限の短縮による土壌病害、生理障害が多発してきた。などがあげられ、現象的には機械踏圧による土壌物理性の悪化、微生物相の不良化が目立っていると論議されている。もちろん多くの点ではこれを肯定するものであるが、地力の評価を作物の収量でみる限り第1図に示すように多くの作物では収量は近年漸増を示しているのである。もちろん収量の向上は土壌や施肥だけのものでなく、土地改良などの諸事業の進展、品種改良、栽培技術の向上など多くの要因の複合的な成果である。それにも拘らず地力の危険が叫ばれているのは石塚先生が指摘するように、農業の永続的発展を期待する立場からは、(1)現在の収量水準を低下させるような土壌性質の変化を地力の低下と解釈し、このような土壌変化を防止しなければならない。(2)肥料の経済的利用を可能にする土壌の性質と、加えて多肥による後遺症を最小限に抑える能力を高めておかなければならない。(3)将来多収な品種が実現した場合、その能力を最高に発揮するための施肥法が求められ、それに堪え得るような土壌にしておかなければならない。等の将来土壌に期待する地力(期待的地力)が現状の農業技術体系では本当に大丈夫だろうかという不安感が大きいことが、現時点での地力論議の焦点になっているものと思われる。

そこで(1)に示した現在の収量水準を低下させるような土壌の性質変化はないだろうか。またはどんな形で現われるだろうかという点を明らかにする目的で地力の経時変化を行った結果を紹介してみよう。この調査は以前に土壌調査、分析をした地点について、5~10年経過した時点で同じ調査分析を行いその比較から経時変化をみたものである。結果は第1表に示したが、これを要約すれば(1)作土の深さは耕耘機械の大型化によって深くなったが、ち密度は作土、心土とも高くなっている。(2)有機物にかかわる全炭素、全窒素はやや減少傾向であった。(3)pHは低下するものよりやや上昇する傾向のものが多い。(4)土壌中の置換性塩基は増減変化が大きい、草地では石灰、苦土が、畑地では苦土の減少傾向がみられ、加里は全般に増加傾向



第1図 作物収量の年次推移(農林統計より)

第1表 畑地（普通畑・草地・樹園地）の地力変化

区 分	判 別 基 準 (今回値/前回値)	作土の 厚 さ	心土の ち密度	全炭素	全窒素	置 換 容 量	pH	置換性塩基含量バランス					有効態 りん酸
								石灰	苦土	加里	石灰 ／ 苦土	苦土 ／ 加里	
調 査 点 数		237	226	225	229	234	234	234	233	231	233	231	228
増加した	1.10以上	60%	56%	32%	36%	36%	24%	45%	39%	48%	56%	40%	61%
変化ない	0.9~1.09	25	32	24	22	32	66	9	6	14	7	8	6
減少した	0.89以下	15	12	44	42	32	10	46	45	38	37	52	33

(道立各農試、地力実態調査成績より)

であった。(5)この結果塩基相互間のバランスが以前に比べ変動している。(6)多くの土壤で有効態りん酸が増加傾向であった。以上の結果はすべてが地力低下に結びつくものでないが、長年の耕作によって土壤中の養分や物理性は変化してくるものである。

さらにここに示した要素以外たとえば微量元素や物理性、生物性など土壤肥沃度を評価する要因は後述するように多いが、いずれの要素でも耕耘し、施肥して栽培する限り土壤の変化が起るのは当然と考えなければならない。問題はその変化の実態を客観的にいち早く的確に把握し対策を行うことである。これは単に最近強調されている有機物だけでなく、それを含めた幅広い地力対策が要望されるところである。

3 地力の評価

土壤調査を通じて地力を評価しようとする試みは古くから行われてきた。近年ではこれを計量化し客観的な地力評価が行われている。わが国では昭和34年以降農林省の事業として各都道府県農試とともに実施してきた地力保全基本調査が代表的なものである。これは全国的な規模で行われたもので、北海道では耕地のおよそ92%が昭和50年までに完了した。この調査結果は各年次に市町村単位の調査が終了した段階で公表されているほか、近々総合成績表が刊行される予定である。

この調査内容は土壤のもつ生産阻害要因を明らかにすることを目的にしているため、やや骨格的な地力評価に重点がおかれているきらいが大きい。土壤のもつ欠点と改良すべき点が判然と表示されている特徴を有している。調査項目は畑地では第2表に示すように表土の厚さほか9基準要因から

第2表 地力保全基本調査の示性分級式(畑)

土 壤 生 産 力 可 能 性 等 級	Ⅲ
表 土 の 厚 さ	t II
有 効 土 層 の 深 さ	d II
表 土 の 礫 含 量	g I
耕 耘 の 難 易	p I
(表土の土性)	2
(表土の粘着性)	2
(表土の風乾土の硬さ)	1
土 地 の 乾 湿	w II
(透 水 性)	2
(保 水 性)	2
(湿 潤 度)	1
自 然 肥 沃 度	f III
(保 肥 力)	2
(固 定 力)	4
(土層の塩基状態)	3
養 分 の 豊 否	n I
(置換性石灰含量)	1
(置換性苦工含量)	2
(置換性加里含量)	1
(有効態磷酸含量)	1
(微 量 要 素)	—
(酸 度)	2
障 害 性	i I
(有害物質の有無)	1
(物理的障害性)	1
災 害 性	a I
(増冠水の危険度)	1
(地すべりの危険度)	1
傾 斜	s II
(自 然 傾 斜)	2
(傾 斜 の 方 向)	E
(人 為 傾 斜)	—
侵 蝕	e II
(侵 蝕 度)	2
(耐 水 蝕 性)	2
(耐 風 蝕 性)	2
簡 略 分 級 式	Ⅲ f II t d w s e

なっている。またそれぞれの基準要因はいくつかの阻害要因から判別されるもので、その要因強度から基準項目をⅠ～Ⅳ等級に判別し、この結果から土壌生産力可能性等級をⅠ～Ⅳ等級に格付している。いずれかの基準要因がⅢ等級を示した場合、その土壌の生産力可能性等級はⅢ等級に格付される仕組みとなっている。ここでいう生産力可能性等級のⅠ～Ⅳ等級の基準は概ねつぎのような定義があり、畑地のⅠ等級はかなりきびしい基準である。

Ⅰ等級：正当な収量をあげ、また正当な土壌管理をするうえで、制限因子や阻害因子がなく、また土壌悪化の危険性もない良好な耕地。

Ⅱ等級：上記の条件で若干の制限因子や阻害因子があり、土壌悪化の危険性が多少ある耕地

Ⅲ等級：上記の条件で土壌的にみてかなり大きな制限因子あるいは阻害因子があり、また土壌悪化の危険性もかなり大きい耕地

Ⅳ等級：上記の条件をあげるうえで、土壌的な制限因子、阻害因子がきわめて大きく、また土壌悪化の危険性もきわめて大きいため耕地として利用することが困難な土地

上記のように第2表に示される数字が大きいほど土壌のもつ欠点は大きく改良を要するのである。第3表は全道耕地の畑（含草地）および樹園地別の生産力可能性等級別面積割合を示したものであるが、Ⅰ等級の割合は極めて低く、Ⅲ、Ⅳ等級の割合が過半数を占めている。このような結果をもたらした主な要因は表土が薄い、有効土層が浅い、排水不良、自然肥沃度の不良あるいは養分状態の不良によるものが多かったためである。

これらの土壌的な欠点は近年精力的に進められている土地改良、土層改良によって、また一方営農努力によって改善された結果、第1図に示したような作物増収へと結びついた一因と考えられる。

第3表 生産力可能性等級別面積割合

等級	地目	畑地	樹園地
Ⅰ等級		0.1%	0.0%
Ⅱ等級		23.7	58.0
Ⅲ等級		71.2	35.4
Ⅳ等級		5.0	6.6

しかしながらこの収量増の曲線は今後も発展するものだろうか。骨格的な地力が整備されただけでは収量増加に限度があり、それを基盤とした適切な土壌管理があって、高い水準の収量を維持向上されるものであろう。この適切な土壌管理は土壌によって、また作物によってあるいは気象条件によってそれぞれ異なるもので複雑であろう。このため多収農家の経営的、技術解析によって解明を試みたり、試験研究の成果から適切な土壌管理のあり方が追究されているが、自分の畑の性格を知る土壌診断も重要な手段である。

4 土壌診断の必要性

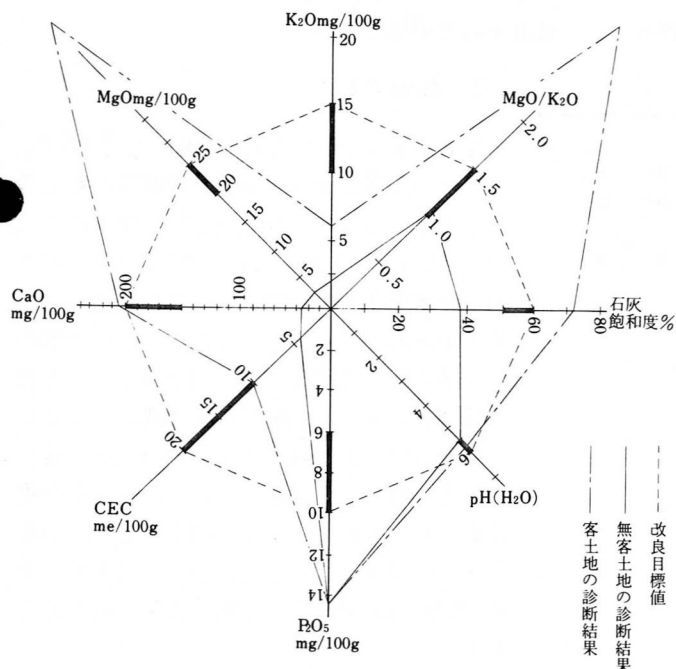
自分の耕地の性格を知るうえで、一度地力保全基本調査結果から作成された土壌図をみてもらいたい。そこで示される簡略分級式はその性格を端的に示している。すなわちⅢtwⅡdと記号で書かれていれば、表土が浅く排水不良地であるほか有効土層を拡大するうえでやや困難性があることがよく判るのである。しかしながら高い収量を望み、かつ地力低下を防ぐ土壌管理のためには、深耕、排水などに加えて、土壌養分状態や機械踏圧等の環境悪化がどんな状態になっているかを知ることが重要なのである。基本調査結果は土壌養分の豊否の要因が入っているが、前述のようにこの要因は変化しやすい。また作物の生育状況から判断すると過ちを犯しやすい危険性もある。より化学的に判断するために土壌診断を行う必要が起ってくるのである。幸い近年指導機関では診断施設の充実を計画的に実施しているので、今後この面での活躍を期待したいものである。

土壌診断結果から得られた値をどのように読むか、さらにそれに対応する技術はどうするかは経営内容、作物の種類、気象条件などから変るのは当然であり、より高い診断基準を追求する必要は今後も大きな課題であるが、第4表に北海道農務部が示した土壌管理基準値を紹介しよう。

この数値を用いて早来町の草地土壌を診断した結果を化学性について図示したものが第2図である。図中の点線は土壌管理に当たっての目標値であり、実線はそれぞれの分析結果を示したものである。これで判るように目標値はほぼ円形を示すのに反

第4表 土 壤 改 良 目 標 値

	一 般 畑 作 物 草 牧	野 菜	果 樹	備 考	
診 断 項 目	PH(H ₂ O)	6.0 ~ 6.5	6.5	6.0	乾土 100 g 当たり
	有効態P ₂ O ₅ [りん酸]	トルオーグ法 P ₂ O ₅ 火山性土4~5mg以上 非火山性土10mg以上	トルオーグ法 P ₂ O ₅ 15mg以上 玉ねぎ 50mg以上	トルオーグ法 P ₂ O ₅ 5mg以上	
	置換性K ₂ O [カリ]	15mg	25mg	15mg	
	置換性CaO [石灰]	250mg (泥炭土500mg腐植質 土壌350mg 砂質土壌 100mg)	350mg (腐植質土壌450mg砂 質土壌100mg)	250mg (泥炭土500mg腐植質 土壌350mg 砂質土壌 100mg)	
	置換性MgO [苦土]	25mg以上	30 ~ 50mg	25mg	
	置換性MgO/K ₂ O	1.5以上	1.5以上	1.5以上	
	置換性CaO飽和度%	50 ~ 80	50 ~ 80	50 ~ 80	
	電気伝導度=EC	——	1ミリモー/cm以下	——	
そ の 他 の 項 目	作 土 深(cm)	20 ~ 30	20 ~ 30	有効土層50cm以上	山中式硬度計 乾土 100 g 当たり
	土壌ち密度(心土)	20mm以下	20mm以下	20mm以下	
	塩基置換容量=CEC	20me以上	20me以上	20me以上	
	孔 隙 量	降雨後 24 時間後の空気孔隙量 10 % 以上			
	P ₂ O ₅ 吸収係数	中 700~1500	強 1500~2000	極強 2000以上	
地 下 水 位	100 cm 以 下				



第2図 診断結果の早見図

し、診断結果では極めて変形したものとなっている。円形の内側にある場合はこれを高める必要があり、円形より外側にあるものは過剰かあるいは充分な要素を示すもので化学的な欠点を生産者に理解してもらううえで判りやすい。

早来町の土壌は粗粒な火山性土壌で、土壌の基本的性格である置換容量 (CEC) が小さい欠点をもっている。このため石灰や苦土が不足であるからこれを補給しても、保持能力が小さいため溶脱して根圏外に失われてしまいやすいほか、塩基飽和度が過飽和になって反応 (pH) が高くなりすぎそのへい害も予想され、この点の改良は極めてきびしい宿命的なものをもっている。すなわち、現在の収量水準を低下させるような土壌の性質が強く、土壌管理に苦勞の多い土壌である。このため現地では客土 (粘質土)によってこの宿命的な土壌改良を図っ

