

水稻の収量と土壌断面の二・三の性質との関連

松尾 憲 一*

1. はしがき

水田の土壌断面形態と水稻の生育、収量と相関は巨視的にみれば密接な関連があることは認められている。しかしながら一步ほり下げて水田の土壌断面形態のうちどの様な特徴がどの様な条件下にあれば水稻の生育相はどの様になるのか、その個々の特徴についての定量的な結論は未だ明確にされていないのが現状ではなかろうか。

水田の土壌断面形態の物理的諸性質のうち、直接水稻の生育相ひいてはその収量に影響を及ぼす因子としては次のごときものが考えられる。

- (1) 粒径組成および土性層序
- (2) 表土の厚さ
- (3) 有効土層の厚さ
- (4) 満水透水性……(排水の良否)
- (5) 構造および孔隙
- (6) グライ層の出現深度

土壌の粒径組成は土壌の理化学的性質を基本的に決定づける因子であり、土壌の生産性をある程度評価することも可能である。すなわち土壌の粒径組成は土壌の生産性に直接関連している物理的性質からみた場合は透水性(保水性)、通気性、粘着力、凝集力など農耕適性あるいは作物の生育適性を支配する性質に密接な関係を有し¹⁾、化学的性質からみた場合、保肥力、養分の天然供給量など土壌の肥沃度に関する諸性質に密接な関係を有するものである。また(2)以下の諸因子は個々に水稻根の根圏あるいは活力を左右する因子であり、水稻の生育は根圏土壌の性質によって左右される。したがって水稻根の生活環境条件の改善策としては施肥技術あるいは土壌改良資材の投入などの方法があるが、ここではこれら諸因子のうち佐賀県下で過去に調査された結果からとくに粒径組成、耕土の深さ、グライ層の出現深度と水稻の収量との関係について述べる。

2. 粒径組成と水稻の収量

前述の如く土壌の粒径組成は土壌のあらゆる生産力的性質の基礎をなすものであり、水田土壌においては透水性の良否、排水の良否、グライ化度の強弱、保肥力の大小など水稻根の活力を左右する因子と直接密接なつなが

りを有するものである。したがって粒径組成と水稻の生育、収量とを対比した場合には当然その間に関連のあることが想像される。

粒径組成と水稻の収量との関係については佐賀県農林部において昭和35年、昭和37年の2回にわたって行なった現地試験の結果をとりまとめた成績²⁾を第1表に示した。

いわゆる佐賀平坦地は有明海沿岸から背振山系までの間をその干陸化の歴史的過程から大きく三つの東西に長い帯状の地域に区分される。すなわち最も有明海沿岸に近い重粘土からなる海成沖積地帯(過去および現在の干

第1表 粒径組成と収量との関係

土壌類型	調査年次	10a当り収量 (kg)						
		499 以下	500 ~549	550 ~599	600 ~649	650 ~699	700 ~749	750 以上
粘 土 型	35年	6	19	29	24	5	0	1
	37年	1	8	13	8	4	2	1
	計	7	27	42	32	9	2	2
	比率 %	5.8	22.3	34.7	26.4	7.4	1.6	1.6
壤 土 型	35年	30	22	8	6	1	1	0
	37年	4	14	4	6	1	0	0
	計	34	36	12	12	2	1	0
	比率 %	35.0	37.1	12.4	12.4	2.1	1.0	0
砂 土 型	35年	13	12	7	3	0	0	0
	37年	7	6	6	6	0	0	0
	計	20	18	13	9	0	0	0
	比率 %	33.3	30.0	21.7	15.0	0	0	0

(註) 佐賀県農林部、千葉寛“暖地水稻の安定多収技術確立に関する実証的研究”による。

拓地)とその北部(平坦地の中部)の埴壤土~壤土からなる河海成沖積地帯更に北部の背振山麓に帯状に分布する砂壤土~砂土の扇状沖積地帯である。海成沖積地帯の粘土はモンモリオナイト系の2:1型の粘土鉱物の主とし、中北部の河海成沖積地、扇状地帯はギブサイト、ハロイサイトなどの1:1型粘土鉱物が主体で、保肥力の面でも大きな差が認められる。

第1表の調査結果によれば粘土型では121試験地の中550kg/10aから650kg/10aの収量をあげた水田が61%と大半を占め、次いで500~550kg/10aのものが多い。逆に500kg/10a以下の収量を得た水田は5.8%と極めて少なく、粘土型では比較的安定して高収が得られている。又700kg/10a以上の高収もかなり期待されうる。

* 佐賀農業試験場

壤土型水田では粘土型の水田より収量の低いものが多くなり550kg/10a以下の水田が72%を占め、500kg/10a以下が35%と増加する。逆に粘土型の水田で最も多かった550~650kg/10aの水田も壤土型では全体の24%と急激に減少し、更にそれより多収を期待することは極めて困難となる。

砂土型の土壤では大体壤土型の傾向と同じであるが、650kg/10a以上の収量を期待することは殆んど不可能である。

かように水田土壤の粒径組成と水稻の収量との間には細粒質の土壤において高く、粗粒質において低いという関係があることは明らかであるが、これは粒径組成の差異に起因する諸種の物理化学的性質の差異の総合された結果がこの収量の差異になって現われたものと考えらるべきであろう。

3. 耕土の深さと水稻収量との関係

耕土の機能としては植物養分を吸収保蓄し必要に応じてこれを植物に供給することであり、更に構造の面からは酸素を保有供給する能力も含まれる。

青峰⁴⁾は水稻根は主として耕土中に分布することから耕土の機能を重視し、耕土の機能はただその深さ一重量のみで表わすことは不適當で耕土量すなわち耕土の機能の容量で表わすべきであるとしている。すなわち多収穫田における調査結果から耕土の塩基置換容量はある一定値をもつことが必要であり、塩基置換容量の大きい場合は浅く、小さい場合は深く耕されていることを示した。又同じく青峰は暖地稲作についてのシンポジウム(1966.7.佐賀)において多収穫田に必要な耕土の総面積を $1.5 \times 10^6 \text{ km}^2/\text{ha}$ と仮定すれば佐賀有明土壤では7.3cmの耕土で十分であると試算している。

しかしこれはあくまで試算であって近時耕耘機の普及によって8~10cm程度の耕耘が常態となり、地力の低下が問題となりつつある現状から考えれば、更に耕土を深め、耕土量を増加させることが必要と考えられる。とくに近年ホーヨク、コクマサリ、シラヌイなどの短稈穂数型の品種の普及によって多肥技術による増収が期待される現状では更に耕土を深くして保肥力を増加させることが望ましい。このことは佐賀平坦地で行なった深耕試

[注]

- (1) 粘土型 強粘土構造型、粘土構造マンガン型および粘土型の土壤を総称した。主に灰色、灰褐色土壤で泥炭、黒泥およびグライ土壤は含まれない。
- (2) 壤土型 各種土壤群のうち壤土型および壤土マンガン型を総称した。泥炭、黒泥、グライ土壤群は含まれない。
- (3) 砂土型 各種土壤群の砂土型、砂土層型土壤を総称した。泥炭、黒泥およびグライ土壤は含まれない。

験⁵⁾の結果によっても明らかであり、粘土型の土壤のうち比較的干陸年次の浅い水田を除いた外の土壤および壤土型、砂土型では深耕、多肥の効果が認められている。

第2表は佐賀県農林部で行なった現地試験圃²⁾について、耕土の深さと多収との関係を整理した結果を示したものであるが、この表によれば600kg/10a以上の多収を期待する場合には耕耘の深さと粒径組成との間には先にのべた青峰のそれとよく一致した結果が得られており、粘土型においては10~14cm耕が最も多く、壤土型においては14~16cm耕、砂土型では16cm以上の耕耘が最も多くなっていて、粒径組成が粗粒になればなる程耕土が深く耕されているのが現状である。

第2表 耕土の深さと多収との関係 (昭35.37)

土壤類型 収量kg/10a 耕上の深さcm	粘土型		壤土型		砂土型		計	
	試験地 の総数	600kg 以上の 試験地	試験地 の総数	600kg 以上の 試験地	試験地 の総数	600kg 以上の 試験地	試験地 の総数	600kg 以上の 試験地
10>	11	3	1	0	1	0	13	3
10~12	36	14	4	1	2	0	42	15
12~14	27	12	19	3	8	3	54	1 ²
14~16	30	10	41	6	24	0	95	1
16~18	11	5	25	3	13	2	49	10
18~20	3	1	5	2	5	2	13	5
20<	3	0	2	0	7	2	12	2
計	121	45	97	15	60	9	278	69

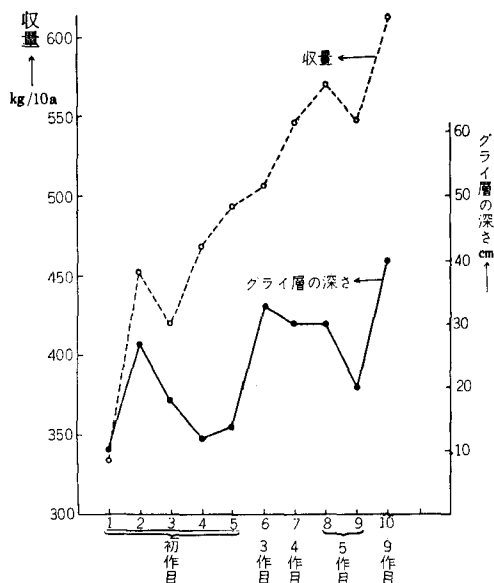
(注) 佐賀県農林部、千葉寛“暖地水稻の安定多収技術確立に関する実証的研究”による。

4. 有明干拓地における開田年次を異にした水田の土壤と水稻の収量

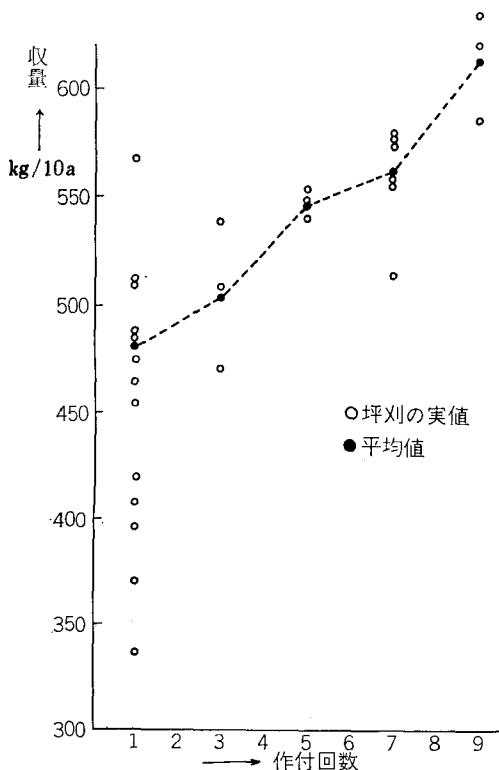
有明干拓地は地区全体がHC~SiCの極めて重粘な土壤からなり、粘土含量も殆んどが50%をこす。又干陸後の経過年次の新旧によってグライ層の出現深度も異なる。すなわちグライ層は干陸直後は作土直下より出現するが、年次の経過と共に作土直下にはBG層(マンガン沈積層と青灰色の部分とが波状に混在している層)が現われ始め、更に弾丸暗渠など排水工事の施行によって土層の分化はすすみ、作土下にはB層→BG層→グライ層の土層層序をもつ土壤となり、グライ層の出現深度も60cm前後にまで下るのが普通である。

第1図に有明干拓地における干陸後の経過とグライ層の出現深度および水稻収量との関係を示したが、これによれば作付回数が増加に従ってグライ層の出現深度も徐々に深くなり、それと同時に収量も急激に上昇し、第9作目に至れば600kg/10aをこし殆んど背後地との差が認められなくなるまでに収量は増加する。

このように有明干拓地で最も強く収量を支配している因子としてはグライ層の出現深度つまり排水の良否が考



第1図 グライ層の深さと収量 (有明干拓)



第2図 坪刈収量と水稻作付回数の関係 (有明干拓地)

えられる。この排水の良否は直接には土壌中への酸素の供給を良好ならしめ、塩分の洗脱を早める結果となり、高収と同時に収量の安定も得られることとなる。

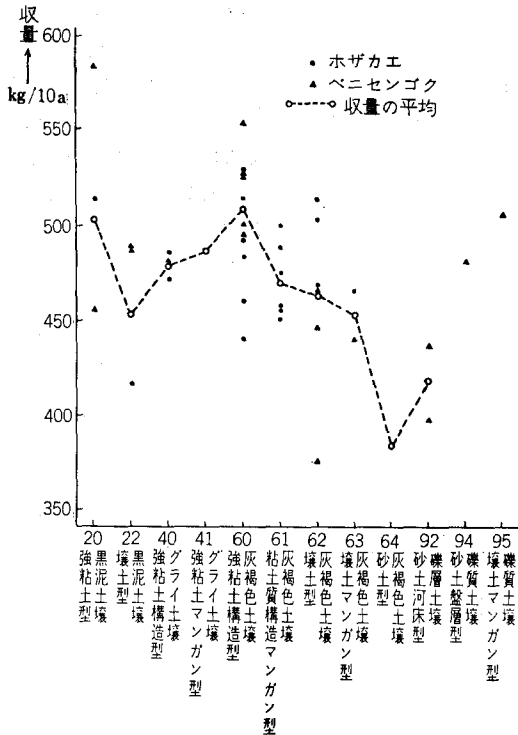
第2図には個々の坪刈収量の実値と作付回数との関係を示しているが、この図に示されるように初作目の水田においては同一圃場内においても坪刈個体に非常に大きな収量のフレが認められ極めて不安定な作柄となる。これの第一の原因は塩害による初期生育の不良あるいはその後の用水不足がもたらす地下水上昇のためにおこる塩害などのため極端に生育が異なり、それが収量にまで影響を及ぼしていることである。その外初作目はサンドポンプによる泥土の客入の際、注水口付近では多量の貝ガラなどが堆積して、土壌の物理的条件を悪化させるばかりでなく極端なアルカリ性を呈し水稻の生育を阻害するためである。しかしこれらの現象は作付回数が増えるに従って土壌とよく混和され解消されてゆく。その外土壌の化学性の面では直接収量を左右する程の変化は干陸後9年程度では認められないが、作付年次の経過に伴ってpHがアルカリ性から逐次弱酸性に変化すること、石灰、有効態磷酸の減少、あるいは作土における塩分の減少などがあげられる。いづれにしても干拓初期の水田において安定した水稻の収量をうるためには化学性の改良よりむしろ物理性改善、特に排水工事の施工によって土層の分化を促し、地下水位の低下を促さなければならない。

5. 土壌型と水稻の収量について

第3図は昭和28年より昭和37年の10年間に亘って行なわれた施肥改善調査事業⁶⁾による施肥標準試験のうちから施肥推定適量区 (10a 当り N: 7.5kg, P: 4.5kg, K: 5.6kg) の水稻収量を土壌型との関連においてとりまとめたものである。土壌型によっては試験地の数が少なく成績の検討には不十分な面もあるが、一応参考までに示した。

今までのべたように土壌断面形態の性質の中でも特に1, 2の性質をとりだしてそれと水稻収量との関係を求めると明らかに密接な相関が得られる場合が多いが、それが一つの土壌型として収量との相関を求めた場合、この図に示されるように同一土壌型の中でも収量の中が極めてひろく、まして土壌型相互の相関は認められないのが普通であろう。

とくに本県の場合は一般に不良土壌と考えられている黒泥土壌あるいは礫質土壌にも比較的高収量が得られているものもあり、どの種の土壌型が多収をあげるかは概念的には云えてもはっきりした結論はひきだせないのが実状ではなからうか。このことから土地の水稻収量構



第3図 土壌型と水稻収量

成要素は極めて複雑に水稻生育に影響を及ぼしていることが考えられる。

しかし第3図の収量の平均値をみると同じ灰褐色土壌の中では明らかに強粘土構造型の収量が最も高く、壤土型、砂土型と粗粒になるに従って収量は漸減しており、明らかに粒径組成が同じ土壌型の中では重要な生産的役

割の中心をなしていることは明らかである。

6. おわりに

以上土壌断面形態の二、三の性質と水稻の収量との関係について県内の試験成績を基にしてのべたのであるが、土壌断面形態の特徴の中から個々の性質をとりだして水稻の収量との関係をみても極めて密接な関係のあることは認められる。然しそれがいづれも殆んど定性的な域をでていない処に問題が存する。例えば湛水透水性一つをとりあげてみても、それは土性、構造、組織、地下水位など諸種の因子の関連において決るべき性質であるが、これら因子がどの様に組合わさった場合に何cmの透水が得られるといった総合的な定量的な関係づけが現在の処殆んど不可能の状態であり、更にまた水田において透水（減水深）は何mmが水稻の生育に最適であるかということも概念的には認められていても水稻の生理と結びつけた面からの追及はなされていないのが現状ではなかろうか。今後土壌の物理量の測定法が進み、作物の生理面との関連において土壌の物理量が把握されうるようになれば作物生産にも一段の飛躍が期待されうるであろうし、土壌断面形態と水稻の生育との関連も更に明確となり、過去に行なわれた諸種の土壌調査も更に有益なものとなってくるであろう。

引用文献

- 1) 松尾 憲一(1964): 農技研報告 B14, 285.
- 2) 千葉 寛(1966): 佐賀県農林部専門技術員調査研究資料
- 3) 青峰 重範外(1954): 九大農芸学雑誌 14, 387.
- 4) 青峰 重範(1955): 農業技術 Vol. 10, 297.
- 5) 吉野 三男外(1965): 佐農試研究報告 No. 6, 25.
- 6) 佐賀農試土壌肥料研究室: 施肥改善事業調査研究報告書 No. 1~No. 5.