

## 水田土壌の断面形態と生産性

岡 本 春 夫\*

水稻の生産性は気象の影響を受けることは当然であるが、水田土壌の性質に関係することも事実である。

特に水稻はその生育中における土壌の変化によって、養分吸収に影響し、ひいては生産性を左右することとなる。もっとも影響の大きいのは気象であるが、類似気象条件のもとでは、品種および施肥計画が同様であれば、ついで水稻の収量に関係の深いものは、土壌の性質である。

### 1. 断面形態による分類

そこで、水田の土壌を約1mの深さまで掘って、その断面の状態を次の条件によって調査し分類した。これが農林省の方針で実施した施肥改善事業による土壌調査である。

#### (1) 分類の基準となる断面の形態

泥炭、黒泥およびグライ層はその断面中にあらわれる位置、すなわち深さによって、それぞれ土壌を区別した。

##### 1) 泥炭について

- i) 泥炭層の厚さ 50cm 以上のもの
- ii) 泥炭層の厚さ上部 (50cmの深さ) に20cm以上あるもの
- iii) 泥炭層を有しているが、上記にぞくさないもの

##### 2) 黒泥について

- i) 黒泥層の厚さ 50cm 以上のもの
- ii) 黒泥層の厚さ上部 (50cmの深さ) に20cm以上あるもの
- iii) 黒泥層を有しているが、上記にぞくさないもの

##### 3) グライ層について

- i) 全層グライ層のもの
- ii) 作土下からグライ層となるもの
- iii) 50cm 以内より下部グライ層のもの
- iv) 50~80cm以下グライ層のもの

次に土色、酸化沈積物、土性、砂レキ層、構造、密度および作土の厚さなどを組合せて区分する。

##### 4) 土色について 作土および作土下の色をマンセル

の標準色に照合してきめる。分類には黒色、褐色、黄褐色、灰褐色、灰色および青色に区分する。

5) 酸化沈積物について 作土の沈積物は「とむ」「含む」「あり」の三階級に、作土下の沈積物についてはその形状で、糸根状、膜状、層状、斑点状(結核を含む)マンガン斑などとし、さらに脈状および管状にわけた。

6) 土性について 作土については次の8種類に区分した。

S→砂土系, LS→壤質砂土系

SL→砂質壤土系, L, SiL→壤土系

SCL→砂質植壤土系, CL, Si, CL→植質壤土系

SC, LiC, SiC→植質土系, HC→重粘土系

作土下の土壌については次の4種類に区分した。

S, LS→粗粒質 SL, L, SiL→中粒質

SCL, CL, SiCL→細粒質 SC, LiC, SiC, HC→微粒質

7) 砂レキ層について 砂レキ層の出現する位置により次のように区分した。

- i) 30cm 以内より砂レキ層となるもの
- ii) 30~60cm 以下砂レキ層のもの
- iii) 60cm 以下砂レキ層のもの

8) 構造について 構造については作土と作土下において調査し区分した。

i) 作土の構造

- a) 粒状, 小塊状
- b) 無構造

ii) 作土下 50cm 以内の構造

- a) 粒状, 塊状, 盤, 柱状など
- b) 無構造

9) 密度について これは山中式硬度計によって作土下 50cm 以内の層の示す最高密度の硬度(指示目盛)で次のように区分した。

- i) 25以上
- ii) 19~24
- iii) 11~18
- iv) 10以下

10) 作土の厚さについて 次のように区分した。

\* 日本鋼管株式会社

- i) 10cm以下
- ii) 10~15cm
- iii) 15cm以上

## (2) 土壌類型と土壌型

基準項目の1)~3)および7)によって分類したのが土壌類型であり次のとおりである。

- 1) 泥炭質土壌 (分類番号10)
- 2) 黒泥土壌 ( // 20)
- 3) 強グライ土壌 ( // 30)
- 4) グライ土壌 ( // 40)
- 5) 灰色土壌 ( // 50)
- 6) 灰褐色土壌 ( // 60)
- 7) 黒色土壌 ( // 70)
- 8) 黄褐色土壌 ( // 80)
- 9) レキ層土壌 ( // 90 a)
- 10) レキ質土壌 ( // 90 b)

泥炭、黒泥、グライ層および砂レキ層の出現しない水田土壌はその土壌の色調によって灰色土壌から黄褐色土壌まで分類した。

さらに、土色、土性、酸化沈積物など、その他の基準要因により、それぞれの土壌類型に土壌型として、

- 1) 強粘土型
- 2) 粘土型
- 3) 壤土型
- 4) 砂土型

さらに、斑鉄、マンガンの集積、構造などで区分し、神奈川県の水田土壌を10種類の土壌類型と34種の土壌型に分類した。

## 2. 土壌区分と水稲収量

神奈川県内に分布する7土壌類型、25土壌型に対し53カ所の現地試験を実施した。

試験方法はできるだけ共通した方法とするため、種子および品種は県農試生産のものを供試し、施肥法は荒代施肥とした。その結果は表-1に示すとおりである。

これは土壌類型別、一部土壌型別にとりまとめたものであるが、土壌類型によって収量の傾向に特徴がある。強グライ土壌は収量が少なく、そのためもあってか変異係数は小さい。変異係数は排水のよくない黒泥土壌から排水の良くなる灰褐色土壌となるにしたがい小さくなる。

玄米収量の絶対量はグライ土壌、灰色土壌さらに酸化的な灰褐色土壌となるにしたがって、施肥量を増すことにより増加することが可能である。

土壌はその母材、堆積様式および生成過程などによ

表-1 土壌類型と水稲収量

土壌	事項 地点	玄米収量 (kg/a)				わら収量 (kg/a)			
		収量	同比	偏差	変異係数	収量	同比	偏差	変異係数
黒泥土壌	9	36.6	100	±5.62	15.3%	31.0	100	±16.16	20.0%
(21)粘土型 (22)壤土型	4	40.5		±4.12	10.2	88.0		±15.19	17.3
	5	33.4		±4.75	14.2	75.4		±15.66	20.8
強グライ土壌	6	34.5	94	±3.74	10.8	68.1	84	±10.60	15.6
グライ土壌	8	39.8	109	±6.25	15.7	90.4	111	±14.95	16.5
(42)粘土型	5	42.2		±5.36	12.7	95.7		±10.43	10.9
灰色土壌	8	36.6	100	±4.97	13.6	87.6	108	±8.55	9.8
(52)壤土型	3	34.7				84.5			
灰褐色土壌	7	36.7	100	±3.27	8.9	74.7	97	±7.10	9.5
(62)壤土型	4	37.5		±2.88	7.7	70.8		±3.56	5.0
黒色土壌	3	36.7	100			79.3	98		
レキ質土壌	8	43.5	119	±4.92	11.3	95.5	110	±12.02	23.1

注 施肥量はa当りN0.5, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0.45, K<sub>2</sub>O 0.56kg

り、その性質を異にするので生産力にも差異を生ずる。特に水田土壌の生成はかん水、タン水および落水という特殊環境において行われるものであるから、畑土壌と異なり水の著しい影響を考えなくてはならない。

かん水、タン水および落水という操作も土壌によって異なるので、水田土壌の外的因子としての水、内的因子としての土壌微生物の働き、および物理化学的性質との関連が水田土壌の性質を規制するゆえ、類似した母材、同様な堆積様式である地域の土壌は、水との関連を主たる指標とした区分が生産力と密接な関係を有することになる。

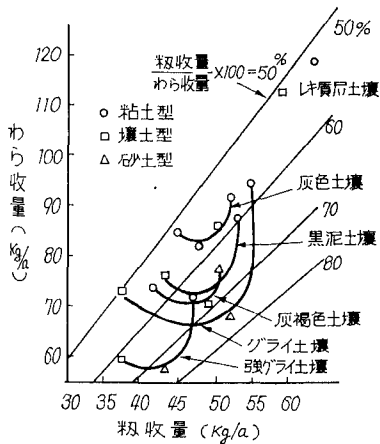
また、粒径組成が土壌型を決定する一要因であり、そしてその配列が土壌中の水の動き、成分の富化溶脱などに関係が深い。しかしこの粒径組成といえども土壌類型によって収量におよぼす影響に差異がある。

要するに、断面形態などで区分した土壌類型はその土壌独自の性格を有し、これが収量に影響するものであるから、この区分方法にさらにいくつかの要因を加えることによって、一層収量との関係を密接なものとすることができる。

玄米収量を増す一方法として、登熟歩合をよくし、縹わら比を大きくすることが考えられる。この縹わら比は土壌類型によって異なるが、その傾向は類似している。図-1にその傾向を示す。

レキ層、レキ質土壌は他の土壌類型とはその成因および水稲の生育収量に関する要因を異にするので別に考えることにする。

この図-1に示すように、土壌類型群はそれぞれ左か



図一 土壤型と収量の動向 (収量とわら収量の相関)

ら右へ、そして上部へのカギ形の相似形でわら収量と収量の関係が表現されている。この左から右への横軸にそっての動き、すなわち、収量におよぼす影響は数多くの要因の集積の結果としてあらわれるものであるが、特に水稻生育中の土壤の酸化還元の状態によることが多い。この結果は形態的には土色および沈積物の判定によるが、特に dipyriddyil による呈色反応の強さ、酸化還元により変化する鉄化合物の多少などに関係する。酸化沈積物の少ない場合には収量が減少する傾向がある。また incubation により Eh が低下する程、さらに  $Fe^{2+}$  の生成が早期に多くなるもの程、わら収量に対し収量が少ない。したがって、還元度の強い土壤は水稻の初期生育が悪く、有効茎歩合を低下し、収量に致命的な影響をあたえる。

たて軸にそっての動きはわら収量の増減を示すことになる。わら収量におよぼす影響は土壤における酸化、還元に関係する鉄化合物および有機物が比較的多いことで、タン水による  $Fe^{2+}$  の生成もそれ程急激ではなく、Nの供給も順調で茎葉の伸長が生育初期からよく、成熟期にまでおよび  $Fe^{2+}$  の存在も登熟期までつづき、わら収量が増加するものと思われる。粒径組成もわら収量に影響し、砂質系の土壤型は他の土壤型に比してわら収量が少ない。これは  $Fe^{2+}$  の溶脱、生成の時期的変化などが関係するものである。

壤土型の土壤ではマンガンなど酸化沈積物の多い土壤が収量を大にする傾向にあり、作土の土性やマンガンおよび斑鉄の有無がいかなる種類の土壤においても同様な影響をあたえる。故に形態分類には土性、酸化沈積物が重要な要因となる。

黒泥土壌の場合は酸化沈積物および  $Fe^{2+}$  の生成の遅速などが、形態区分に加えられるべきであろう。

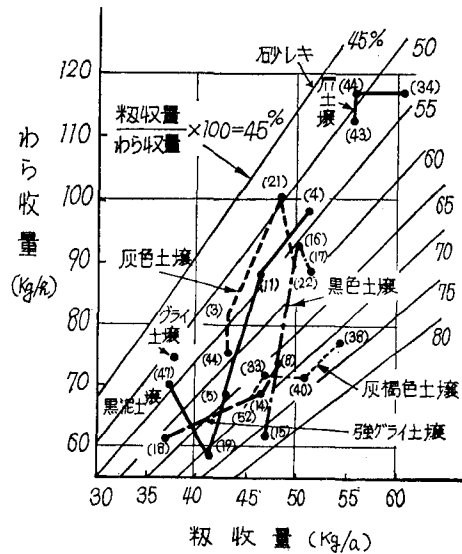
強グライ土壌およびグライ土壌群でも、同様な傾向が認められる。これらの場合、生育全期における  $Fe^{2+}$  の生成、特に生育後期における  $Fe^{2+}$  の存在が、わら収量の増加に影響しているようである。またわら収量はかん水、排水など水稻栽培中における水管理によって著しく影響をうける。その影響すなわち、変化は  $Fe^{2+}$  の生成に関係する酸化、還元、易分解性有機物の存在、酸化沈積物の種類および量などが問題となる。

黒泥土壌、灰色土壌および黒色土壌はこれらの影響を強くうけ、灰褐色土壌、レキ層土壌および強グライ土壌は比較的弱い。強グライ土壌は酸化還元の変化を与える外的条件が少なく、常に還元的であり、灰褐色土壌およびレキ層土壌とは趣を異にしている。

灰褐色土壌およびレキ層土壌は有機物が比較的に少なく、水稻生育期間以外には  $Fe^{2+}$  の存在が少ない。

玄米収量の増大を期待するためには穂数を確保し、さらにその総実をよくすることである。このためには出穂期前後から登熟期における水稻の茎葉に含まれるNとCの均衡が重要である。すなわち登熟期における  $Fe^{2+}$  の生成量の過多および過少は、いずれも養分吸収に不均衡をもたらし、正常な登熟を妨げる結果となり、収量に影響をあたえる。

形態分類による土壤群を土壤型別に区分すると、わら



図二 壤土型間における穀とわらの収量の動向 (土壤類型別比較 ( ) 内の数字は試験地番号)

収量と収収量の関係において、ある特定の形の相似形を示すことになる。

さらに土壌類型によって生ずる収量差を検討するために、各土壌類型にぞくする壤土型の収およびわら収量の関係を示すと図-2のようになる。

黒泥土壌の壤土型の試験地は5カ所あるが、収わら比が50~55%の間に3点、65から75%付近に2点となっている。

黒泥土壌の区分の主要因は黒泥層の出現位置と粒径組成であるが、水稻の収量との関係を明確にするためには、これらの条件のほかに、さらに酸化物など土壌中の酸化沈積物の種類と量、Ehの低下限界などを区分の要因として加えることにより、収量とより密接なものとすることができ、ここに示したようなばらつきを少なくすることが可能である。

強グライ土壌ではこれらの関係が、壤土斑鉄型という独立した土壌型となっていて、収量も壤土還元型に比してすぐれた結果を示している。

灰色土壌でも同じ傾向がある。

灰褐色土壌は全体として酸化型の土壌であるので、以上の土壌類型とはちがった条件によって玄米収量が変動しているものようで、玄米収量、わら収量ともに変異係数は小さい。

すなわち、黒泥土壌に属する壤土型においてみられるように、No.47は酸化還元の変化に対する緩衝作用が弱く、かん水によるEhの低下が速やかにあらわれ、その

程度も大きい。このため水稻の初期生育も悪く、穂数も少なく、玄米収量も少ない。No.4はこれとは反対の傾向を示している。

灰褐色土壌はわら収量および収収量ともに変異が少なく、 $Fe^{2+}$ の生成の少ないものが倒伏の程度にもよるが、わら収量が少ない。

さらに粘土型について同様に、その傾向を吟味すると図-3に示すとおりである。

黒泥土壌は壤土型の場合と同様の傾向である。これは黒泥土壌で収量と最も関係の深いのは、粒径組成ではなく他の条件すなわち、排水の良否、酸化沈積物の量および腐植含量である。これに水稻生育中の $Fe^{2+}$ の消長を加えなければならない。

強グライ土壌では $Fe^{2+}$ の生成が水稻生育の後期まで続き、このため養分の吸収が不均衡となり、登熟を悪くしわら収量を増す結果となる。

グライ土壌ではグライ化の程度がわら収量に関係している。すなわち暗渠排水等によりやや排水がよくなり、乾田化しつつある水田が多いので、かん水による還元化の程度を知る必要がある。これは易分解性有機物および酸化物の種類、量に関係するので、これらを適確に知る必要がある。

灰色土壌はその生成過程よりして、鉄およびマンガン等の溶脱の程度を知ることが必要である壤土型は土壌を均一に変化せしめるが、粘土型はやや部分的である。特に構造の発達状況に関係が深い。このことから水稻栽培期間中の $Fe^{2+}$ の生成、Ehの変化など部分的な動きをし根の養分吸収に影響する。その結果茎数、穂数、さらには収量にまで影響するようである。

これらのことから、形態区分による分類とあわせて、排水の良否、水稻栽培中における $Fe^{2+}$ の消長、特に生育の初期、幼穂形成期および後期の生成状況、調査時における酸化沈積物の色相、明度、彩度および湿土と乾土の色調と変異度等を明確にすることにより、一層収量と関係づけることができる。

壤土型の平均収量による土壌類型別玄米収量の傾向は次のとおりである。

強グライ土壌 (27.2 kg/a) < グライ土壌 < 黒泥土壌 < 灰褐色土壌 (37.5 kg/a)

### 3. 土壌類型と窒素のレスポンス

土壌類型別に窒素の用量試験を2期にわけて実施した。第1期は昭和29~31年、第2期は昭和32~34年である。その結果を図-4および図-5に示す。

収量の絶対量では灰色土壌の壤土型が2期にわたって

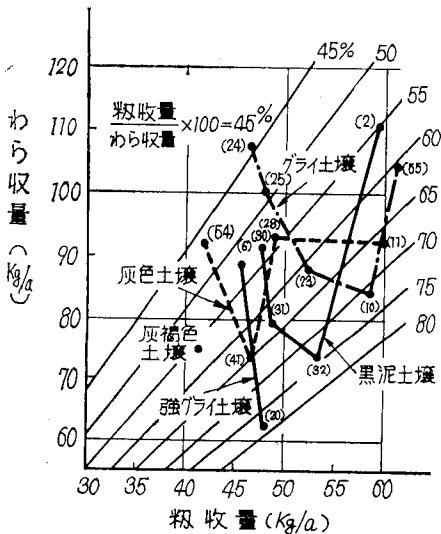
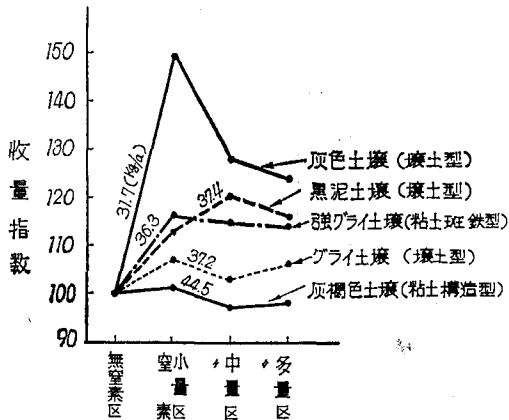
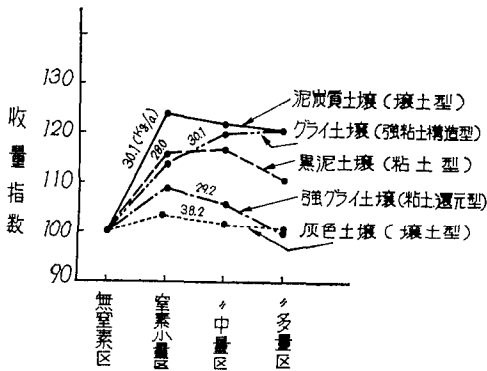


図-3 粘土型型間における収、わら収量の動向(土壌類型別比較) ( )内の数字は試験地番号)



図一4 土壌類型(土壌型)と窒素に対する応答性(その1)(無窒素区収量を100とした指数曲線, 数字は無窒素区のa当りの玄米収量)



図一5 土壌類型(土壌型)と窒素に対する応答性(その2)

最高を示した。第1期の灰色土壤の壤土型は老朽化水田に近い性質を有し、養分の溶脱をうけている。第2期の灰色土壤壤土型は生成状況よりしてグライ土壤に近い。無窒素区の収量は概して少なく、少量の窒素施用によって著しく効果を現わすが、窒素増施の効果は認められない。

泥炭質土壤も同様の傾向がある。

黒泥土壤では粘土型と壤土型の二つの型の土壤で試験をしたが、粘土型は窒素少量区の施用量を他の土壤型に比し少なくし、その影響を調査したが、その傾向は壤土型とよくにている。

強グライ土壤では粘土還元型と粘土斑鉄型とについて試験を行なったが、窒素に対するレスポンスは同様の傾向を示し、試験年次は異なるが還元性の土壤は概して収量が劣り、その差は30%にもおよんでいる。

グライ土壤では強粘土構造型と壤土型について行な

ったが、窒素に対するレスポンスは他の土壤型と異なり、施肥量を多くすることにより、収量をます傾向がある。

灰褐色土壤は窒素に対するレスポンスは最も小さいが収量は比較的高い。

このように土壤類型によって窒素に対するレスポンスに差異が認められる。さらにそれぞれの類型に属する土壤型によって絶対収量を異にしている。これはその土壤類型のマイナスの要因を、土壤型としての性質でおきなうことが収量に関係し、減収を防ぎさらに増収へ導くものと思われる。

グライ土壤にぞくする土壤型のみが、窒素多量施用で収量をましている黒泥土壤は窒素多量で収量が減少する。その他の土壤類型は窒素中量施用で下向する傾向がある。もち論この傾向は土壤型により多少の差異がある。

要するに土壤類型とそれに属する土壤型がそれぞれ特徴をもっているので、これらのことが窒素に対するレスポンスに対して差異を生ぜしめていることがわかる。

#### 4. 土壌類型と炭水化物/全窒素比の動向.

最後に玄米収量を決定づけるものは茎葉中に造成された炭水化物が靱に順調に転流することであり、茎葉中に多量の炭水化物が造成されることである。

水田土壤の類型区分はこれら養分吸収、造成移動に対しても意味があり、水稻の生育収量に関係するものである。

石塚、田中両氏によれば幼穂形成期までは炭水化物の蓄積はほとんど行われぬが、それ以後茎葉中に主として澱粉の形で貯蔵されてくる、しかしその量は多くない。開花以後この澱粉は分解して、その時期に同化される炭水化物と共に主として非還元糖の形で穂に移動し、その結果穂に多量の澱粉が合成されてくるものである。

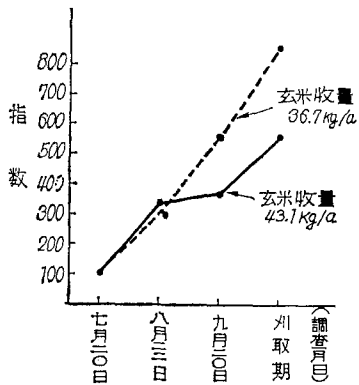
子実中に貯蔵される澱粉はその大部分が開花期以後に同化されたものであるとしている。しかしてこの水稻茎葉における全窒素含有率は幼穂形成期を最高として漸次減少し、澱粉合成の最盛期である開花期には収穫期の窒素含量を僅かに上廻る程度で、ほとんど窒素含有率は最低に近い状態となるが量的には開花期から収穫期まではほとんど大差がない。

したがって炭水化物/全窒素比はおもに、この期間の炭水化物の合成量の多少と、その穂への移動の良否によって変化する筈である。それ故に窒素の吸収量が最高となるのは開花期附近で、それ以後の増加は少ない。この期を転移点として炭水化物の同化が急激に行なわれ、穂を形成していくものである。

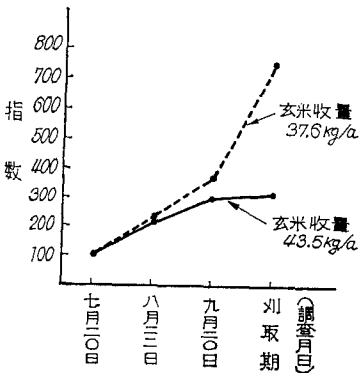
開花期以前に茎葉に蓄積した蛋白態の窒素はその後加水分解によって可溶性蛋白となり穂に移行する、また開花期以後に吸収された窒素も少なくともamideないし、amino 態となることが必要である、この合成に必要なenergyは炭水化物の消費を促がすであろう。

したがって茎葉に貯蔵された澱粉の分解によって生成される還元糖および非還元糖のすべてが穂の形成に役立つとは考えられない。そのために乳熟期、登熟期において茎葉中に窒素特に可溶性蛋白が過多となり、貯蔵炭水化物が不十分となり、さらに茎葉の熟色が不良となって、玄米収量の増大が困難となるであろう。この現象は9月、10月の気象の悪い関東において特に著しい。

黒泥土壌、強グライ土壌およびグライ土壌は易分解性有機物を含み、作土下においても窒素補給の場となることが多い。この意味からするとレキ層およびレキ質土壌は乳熟期ないし登熟期における窒素の過剰補給の場がなく貯蔵澱粉の蓄積移動がよく行なわれて玄米収量の増加が期待できる。もち論この場合根の伸長や根圏の状態が



図一六 黒泥土壌における炭水化物／全窒素比の時期別指数曲線



図一七 灰褐色土壌における炭水化物／全窒素比の時期別指数曲線

養分吸収に適する環境であることが必要である。

したがって茎葉中の炭素と窒素の比が大きいためにこのことについて土壌類型との関係を図一六、図一八、図一九に示す。

すなわち、炭水化物／全窒素比の傾向をみると、黒泥土壌では全体として直線的に上昇傾向を示し、収量の安定して高いレキ質土壌では上昇傾向はゆるやかである。さらに同じ土壌類型にぞく

する土壌型でも、収量の高いものは指数曲線の上昇傾向がゆるやかである。

このことについて次のように考えることができる。

Fe<sup>2+</sup>等還元物質の生成が多く、還元著しい土壌型では、分けつ盛期(7

月20日頃)の茎葉中の窒素含量が高く(3.1%前後)その後窒素の吸収も高く終始する傾向があるが、炭水化物は反対に少なく、炭水化物／全窒素比が小さい。

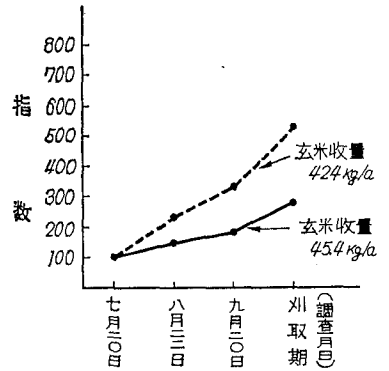
適度の還元状態にあり、Fe<sup>2+</sup>の生成もあまり多くない土壌型では、分けつ盛期の窒素含量は中程度(2.4%)前後で、その後の窒素吸収も順調に進み、炭水化物の生成が多く、炭水化物／全窒素比が大きいく。

これらのことから収量の多い土壌型は炭水化物／全窒素比が概して大きく、しかもその増加傾向は収量の大きな土壌型が、収量の少ない土壌型に比して常に低い指数曲線を示している。

そして、出穂期以後の窒素の吸収と豊富な供給に原因するものは、i) 作土のNH<sub>4</sub>の生成がこの時期まで続く場合 ii) 根系が作土を主体として生育している場合、iii) 下層に窒素の供給源が多い場合等である。このような窒素の豊富な供給とさらに光合成の不良は相対的に窒素の含有量を高くする。また、反対に光合成物質の移動が悪く停滞するために、炭水化物／全窒素比の大きい原因となることもある。

この時期になって温度の高過ぎがFe<sup>2+</sup>の生成を助長したり、盛夏期の土壌還元でいためられた根が枯死することなどが原因で、水分の吸収が不良となるため炭水化物の生成はもち論、養分の補給が悪く、高収穫を期待し得ない状態となる。

窒素の供給の場として下層土壌が問題となるから、下層の状態を断面調査によって知る必要がある。易溶性有機物の豊富、タン水後の二価鉄の生成、水の移動・浸透に関係する土性構造の発達など配列の状況等を適確につかむことができれば、それらを加味して分類された土壌区、すなわち水田土壌の断面形態は収量につながる筈である。出穂期以後成熟期までの窒素過剰は炭水化物の増



図一八 レキ質土壌における炭水化物／全窒素比の時期別指数曲線

加を抑制し、穂部への転流を減少する傾向がある。

### 5. 二価鉄の生成と水稻収量

水田土壌は稲の生育期間中に大きな変化をする。それは第1層（作土）および第2層の土色、酸化沈積物の消失と再現である。現地ですべてを判断するには  $\alpha-\alpha'$  Dipyriddyil による  $Fe^{2+}$  の反応をみるのが最もよい。このことはまた酸化還元電位と相関が高い。

$Fe^{2+}$  の生成は母材など生成学的差異によって異なる。特に易分解性有機物の存在は二価鉄の生成を多くし、有機物の少ない土壌型は少ない。 $Fe^{2+}$  の生成は根の養分吸収および根腐れ現象に関係し、水稻の生育に影響するものである。しかし、この  $Fe^{2+}$  の調査はかかる意味において、その属する土壌類型および土壌型の特徴となり得るであろう。

土壌類型別に排水のよいものから配列すると次のようになる。

(a) 灰褐色土壌>灰色土壌>グライ土壌>強グライ土壌

さらに  $Fe^{2+}$  の生成量の多いものから配列すると

(b) 強グライ土壌>グライ土壌>灰色土壌>灰褐色土壌

すなわち、(a) の順序と (b) の順序とは反対であり、言いかえれば排水は灰褐色土壌において最もよいが、 $Fe^{2+}$  の生成量は最も少ない。

水田土壌を形態によって区分した土壌類型は明かに水田土壌の動的変化にまで関係するものである。

二価鉄の生成は水稻の生育時期により異なるが、9月下旬（登熟期）における  $Fe^{2+}$  の含量と収、わらの比の関係を示すと次のとおりである。

すなわち、9月中、下旬の登熟期間中に土壌中に多量

の  $Fe^{2+}$  が存在することは、水稻根の枯死が多くなるか、或は生存していても  $Fe^{2+}$  イオンの吸収を増し、これが維管束の中で酸化をうけるが、他の成分と結合して、養分および水分の吸収もしくは体内の移行を妨げることが考えられ、炭水化物の造成に悪影響をもたらす、窒素の過剰吸収の様相を示し、わらの生産量の割合に、収の収量が増加し得ない原因となっているものと思われる。

これらのことから二価鉄の多量の存在は水稻の養分吸収に不均衡をあたえることがわかる。

しかし稲は鉄の要求度が高く鉄欠乏をおこしやすい傾向にあり、高城氏によると有機物の極めて少ない合成土壌を用い、タン水状態で稲を栽培すると、鉄のクロロシスを起すことがわかる。これは可溶性鉄の不足が原因であるという。

したがって二価鉄の多量の存在は Eh の低下との関係もあり、水稻の生育を不良にする。さりとて鉄の不足は鉄欠乏をおこし、これまた順調な生育を期待することはできない。

そこで二価鉄の適量の存在が必要となる。この量は条件によって異なるが、著者の研究からは大体、乾土 100g 当り、100~300mg の辺が適量のようなのである。

以上5項目にわたって述べたことは、ある条件のもとに存在する水田土壌を、その断面形態によって分類すると、土壌類型および土壌型はそれぞれ特徴を有し、生産力と密接な関係のあることがわかる。さらに水稻生育中の土壌の変化を加えることにより、より変異係数の少ない収量群とすることができ、収わら比の傾向も、また類似したものとするのが可能である。

収量のばらつきを示す理由にはいくつかのことが考えられるが、そのひとつに Eh、 $Fe^{2+}$  の動きのあることをみのがすわけにはいかない特に初期生育期、幼穂形成期から減数分裂期、それに出穂期から登熟期の過程において、Eh の低下は水稻の生産性に重大な影響をもっている。

分類した土壌類型および土壌型についてはさらにその欠点を軽減、除去することとつめ、水稻増産の端緒をつくる必要があり、可能となる。

したがって、水田土壌の形態分類は水田経営合理化への基礎的判断の資料であり、同時に増収対策樹立への道でもある。

表一2  $Fe^{2+}$  の含量と収わら比

土 壌 類型事項	9月下旬 の $Fe^{2+}$ 量	収量(kg/a)		収わら ×100	N施用量 (kg/a)
		収	わ		
グライ土壌、粘土型	mg 86.4	35.5	68.2	52.0	0.56
黒泥土壌粘土型	77.4	42.5	61.5	69.1	0.49
灰褐色土壌粘土構造型	52.7	45.2	67.8	66.6	0.56
レキ質土壌、斑鉄盤層型	17.1	60.0	69.0	87.4	0.56
レキ質土壌砂土盤層型	42.0	58.2	63.9	91.0	0.60

注  $Fe^{2+}$  の量は乾土100g当り