

水田基盤整備における土壌肥料上の問題点とその対策

渡辺和夫・大竹俊博

(山形県農試)

1. ま え が き

水田の基盤整備による生産力の推移は、整備前の土壌型、土地条件、工法等によって異なるが、土壌の移動、攪乱によって惹起される土壌の変化は、水稻栽培に極めて大きな影響をおよぼしている。

一般的にみれば、整備前の水田に比較して生産力の低下する例が多く、中でも大巾な切盛工事によって出現する瘠薄な切土がそのまま作土となった場合、その生産力を整備前の水準まで回復、あるいはさらに拡大することは困難となってくる。

切土、盛土間には大巾な地力差が生れるが、一般にグライ系の土壌では切盛の地力差が経年的に小さくなりやすく、酸化型の土壌では縮少しにくい傾向が見られる。

このことは、整備跡地のNH₄-N生成量からも推測できるが、気象的条件によって変動する場合も見受けられる。切土部において、生産力の回復、拡大が困難なのは、土壌中のNあるいはリン酸の含有量が少ないことにもよるが、作付中のEhが高く経過するためNやリン酸の供給がさらに劣ることも大きな要因と考えられる(しかし、Ehの切盛差については経年的に小さくなることが認められる)。このように、水稻栽培上、不利な条件下にある切土部の生産力拡大を目的としたいくつかの試験を行なったので、その概略について報告する。

2. 試験方法

1. ほ 場

A, B, D試験地は山形県飯豊町, N試験地は山形県

第1表 試験ほ場の土壌理化学性(第1層について)

| 試験地 | A 試験地 (グライ強粘土) | | B 試験地 (礫層粘土) | | D試験地 (強グライ強粘) | N 試験地 (強グライ粘土) | | |
|-------------------------------------|-------------------|-------|-----------------|------|------------------|-------------------|------|------|
| | 盛土部 | 切土部 | 盛土部 | 切土部 | 切土部 | 盛土部 | 切土部 | |
| pH | 5.0 | 5.3 | 5.7 | 5.7 | 5.15 | 5.7 | 6.1 | |
| インキュベート (生土30°) | 2.0 | 1.4 | 0.9 | 1.1 | 1.72 | 2.7 | 0.9 | |
| NH ₄ -N (mg) (風乾土30°) | 11.9 | 4.9 | 7.4 | 6.2 | 3.45 | 11.4 | 4.1 | |
| T - N (%) | 0.27 | 0.19 | 0.10 | 0.15 | 0.10 | 0.29 | 0.18 | |
| T - C (%) | 2.47 | 1.65 | 1.38 | 1.25 | 0.86 | 3.65 | 1.47 | |
| 塩基置換容量 (me) | 24.6 | 25.2 | 16.9 | 16.0 | 20.1 | 18.0 | 13.1 | |
| 置換性塩基 (me) | CaO | 10.6 | 13.3 | 8.6 | 8.0 | 8.7 | 9.4 | 8.3 |
| | MgO | 2.5 | 2.4 | 0.8 | 1.7 | 5.3 | 1.5 | 0.04 |
| | K ₂ O | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.8 | 0.4 | 0.1 | 0.08 |
| 塩基飽和度 (%) | 55 | 64 | 58 | 65 | 72 | 61 | 64 | |
| リン酸吸収係数 | 1,103 | 1,097 | 742 | 691 | 921 | 930 | 706 | |

第2表 作付中の土壌理化学性の経年推移 (N試験地)

| 項目 | 切盛 | 年月 | 40年 | | | 41年 | | | 42年 | | |
|----------------------------------|----|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | | 6/18 | 7/5 | 7/20 | 6/27 | 7/14 | 7/20 | 6/10 | 6/22 | 7/5 |
| Eh ₀ (V) | 盛切 | 部 | 0.22 | 0.18 | 0.07 | 0.13 | 0.09 | 0.08 | 0.05 | 0.06 | 0.01 |
| | | 部 | 0.34 | 0.31 | 0.23 | 0.20 | 0.14 | 0.10 | 0.07 | 0.11 | 0.10 |
| NH ₄ -N | 盛切 | 部 | 3.8 | 2.8 | 0.7 | 4.9 | 1.8 | 1.3 | 17.6 | 11.2 | 3.0 |
| | | 部 | 2.2 | 1.3 | 0.4 | 5.1 | 1.0 | 1.0 | 8.3 | 5.0 | 0.9 |
| 枸溶 P ₂ O ₅ | 盛切 | 部 | 35.8 | 41.4 | 41.5 | 29.5 | — | — | 56.0 | 62.9 | 42.0 |
| | | 部 | 4.7 | 6.9 | 10.1 | 8.4 | — | — | 10.7 | 12.2 | 13.1 |

第3表 施肥法

| 試験地名 | 試験名 | 区名 | 三要素 | | | 資材 | | | |
|--------------------|---------|-----------|-----|-------|----|-----|-----|-----|---------------|
| | | | N | P | K | 堆肥 | 珪カル | 熔燐 | 牧草 (イタリアン) |
| A 試験地 (グライ強粘土) | 深耕試験 | 標深 | 8+2 | 8 | 8 | 1 t | 120 | | |
| | | 準耕 | 8+2 | 8 | 8 | 1 t | 120 | | |
| B 試験地 (礫層粘土) | 緩効性肥料試験 | 標緩 | 8+2 | 8 | 8 | 1 t | 120 | | |
| | | 準効性(GU) | 8+2 | 8 | 8 | 1 t | 120 | | |
| D 試験地 (強グライ強粘土) | 牧草鋤込試験 | 標牧 | 6+2 | 8 | 8 | 1 t | 120 | | |
| | | 準草鋤込 | 6+2 | 8 | 8 | 1 t | 120 | | 1 t |
| D 試験地 (強グライ強粘土) | 要素多施用試験 | 標N | 6+2 | 8 | 8 | 1 t | 120 | | |
| | | 多量 | 8+2 | 8 | 8 | 1 t | 120 | | |
| | | 三要素多量 | 8+2 | *50 | 12 | 1 t | 120 | 125 | |
| | | 三要素・珪カル多量 | 8+2 | *50 | 12 | 1 t | 500 | 125 | |
| N 試験地 (強グライ粘土) | 養分等改善試験 | 標P | 6+2 | 8 | 8 | 1 t | 120 | | |
| | | 多量 | 6+2 | ***30 | 8 | 1 t | 120 | 120 | (MgO) |
| | | K・Mg多量 | 6+2 | ***8 | 15 | 1 t | 120 | | 25 |

注. * 磷酸吸収係数の5%相当量のP₂O₅ (kg/10a)
 ** 土壌100g当り P₂O₅ 30mg相当量 (各区とも切土のみ)
 *** 〃 MgO 25mg 〃

第4表 各試験区の収量

| 試験地名 | 試験名 | 区名 | わら重 kg/10a | 玄米重 kg/10a | 玄米重比 kg/10a | 稈長 cm | 穂数 本 |
|------|---------|-----------|---------------|---------------|----------------|----------|---------|
| A | 深耕試験 | 標深 | 654.4 | 621.8 | 100 | 90.0 | 15.0 |
| | | 準耕 | 715.1 | 694.1 | 112 | 96.9 | 16.2 |
| B | 緩効性肥料試験 | 標緩 | 652.2 | 672.5 | 100 | 87.7 | 17.7 |
| | | 準効性(GU) | 663.9 | 703.2 | 105 | 86.1 | 17.7 |
| D | 牧草鋤込試験 | 標牧 | 549.3 | 579.7 | 100 | 89.1 | 15.1 |
| | | 準草鋤込 | 679.8 | 659.7 | 114 | 90.9 | 19.0 |
| D | 要素多施用試験 | 標N | 549.3 | 579.7 | 99 | 89.1 | 15.1 |
| | | 多量 | 629.1 | 587.0 | 100 | 91.0 | 15.6 |
| | | 三要素多量 | 640.8 | 635.5 | 108 | 95.3 | 17.8 |
| | | 三要素・珪カル多量 | 733.8 | 711.8 | 121 | 94.1 | 19.3 |
| N | 養分等改善試験 | 標P | 587.9 | 610.7 | 100 | 83.1 | 17.5 |
| | | 多量 | 585.7 | 661.5 | 108 | 87.5 | 18.1 |
| | | K・Mg多量 | 608.0 | 635.3 | 104 | 85.8 | 17.4 |

天童市である。試験地土壌の理化学性については第1表に示すとおり、一般に切土は風乾土インキュベートで生成するNH₄-N量およびT-N、T-Cが少ないが、特にN試験地の切土は置換性MgO、K₂Oが少ない。第2表はN試験地の作付中のNH₄-N、1%拘溶P₂O₅およびEhの経年的な推移をみたものであるが、まえばきで述べた如く、湛水条件下において切土は盛土にくらべてEhの低下しにくいことが特徴的であり、その結果、NH₄-Nの生成および特にP₂O₅の有効化に大きな影響を及ぼすものと考えられた。なお、この傾向は各

試験地に共通するものである。

2. 試験設計

- (1) 品 種：A. B. D試験地 フジミノリ
N試験地 でわみのり
- (2) 栽植密度：各試験地とも 22.2株/m²
- (3) 施肥法：第3表のとおりである。

3. 試験結果および考察

1. 深耕試験

N利用率の向上と肥効の持続化をはかるために25cmの

第5表 深耕試験の生育調査

| 区名 | 項目 | 草丈 (cm) | | | | | 茎数 (本) | | | | 有効 茎歩合 % |
|-----|----|---------|------|------|------|------|--------|------|------|------|-------------|
| | | 6/23 | 7/6 | 7/23 | 9/7 | | 6/23 | 7/6 | 7/23 | 9/7 | |
| | | | | | 稈長 | 穂長 | | | | | |
| 標準区 | | 50.4 | 64.4 | 85.7 | 90.0 | 19.1 | 16.7 | 18.0 | 15.1 | 15.0 | 83.3 |
| 深耕区 | | 50.2 | 66.3 | 91.0 | 96.9 | 20.0 | 17.6 | 19.6 | 16.8 | 16.2 | 82.7 |

深耕を行なった結果第5表のとおり、深耕区の生育は特に後半においてまさり、穂数増となり、標準対比 112の収量となった。

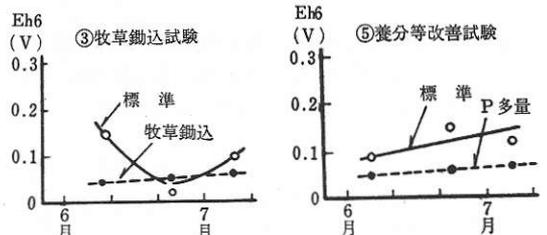
2. 緩効性肥料試験

切土部は作土10cm以下砂礫層となり保肥力も小さいので、緩効性肥料 (GU) により肥効の持続化をはかったが、生育中の土壤NH₄-Nをみると、第2図②の如く、緩効区は標準区にくらべて6月中に少なく経過し、7月6日でわずかに逆転している。これは観察とも一致しており、肥効の持続化を示すものと考えられた。なお、生育と穂数は同じであるが、穂長は長く、有効茎歩合も高く、第4表の結果となった。

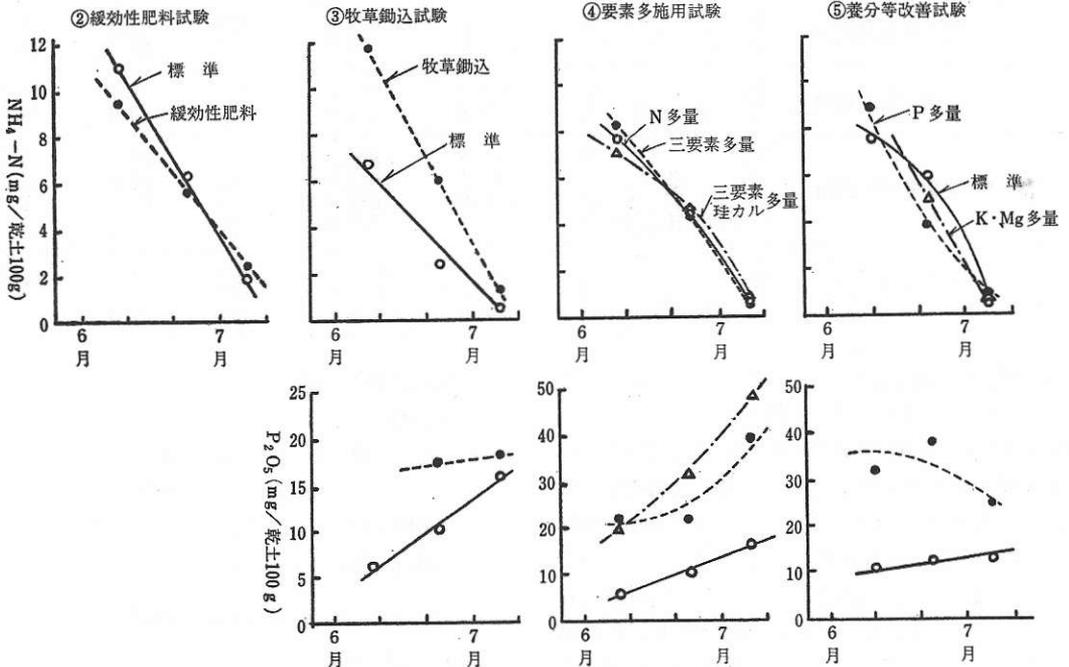
3. 牧草鋤込試験

D試験地は粘性が極めて大で、物理性、透水性不良であり、また、有機物にも乏しいので、作土化促進のために牧草鋤込みを行なったものであるが、生育は草丈、茎

数とも終始牧草鋤込区がまさった。作付中の土壤の枸溶 P₂O₅については第2図③の如く、標準区は活着時6mgで極端に少なく、6月末で11mg、7月6日で16mgであったが、牧草鋤込区は施用磷酸量8kgで同量にもかかわらず、Eh (第1図③) もやや低く経過したためか、標準区より枸溶 P₂O₅量が多く推移した。また、NH₄-Nについても同じ傾向が認められた。このように牧草鋤込



第1図 作付中の土壌における Ehの推移



第2図 作付中の土壌における NH₄-N および 1% 枸溶 P₂O₅ の推移

第6表 養分等改善試験の分解調査

| 区名 | 項目 m ² 当り 穂数 | 1穂当り 粒数 | m ² 当り 総粒数 | 登歩 熟合 |
|---------|-------------------------------|------------|--------------------------|----------|
| 標準区 | 389 | 76 | 29,564 | 79% |
| P多量区 | 402 | 82 | 32,964 | 83 |
| K・Mg多量区 | 386 | 90 | 34,740 | 79 |

第7表 熔燐、珪カル施用の土壤分析結果

| 区名 | 項目 NH ₄ -N (mg/乾土100g) | 1%枸溶P ₂ O ₅ (mg/乾土100g) |
|---------------------------|---|--|
| 対照 | 0.61 | 3.6 |
| 熔燐125kg/10a相当 | 1.27 | 19.6 |
| 珪カル500kg/10a相当 | 0.68 | 6.5 |
| 熔燐125kg/10a相当 珪カル500kg | 1.11 | 29.9 |

みにより Eh も低下し、NH₄-N および P₂O₅ の供給量が増大した結果、生育量、N 吸収量が大きくなり収量を拡大したが、牧草鋤込量は 1 ton 程度が適量と認められた。

4. 要素多施用試験

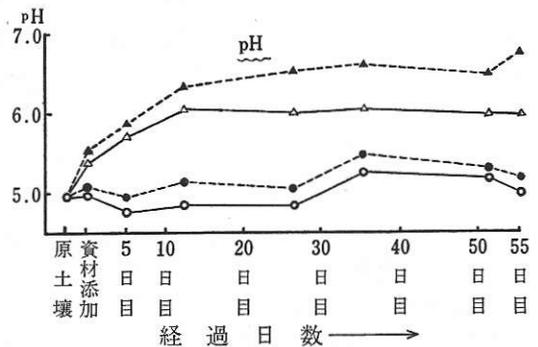
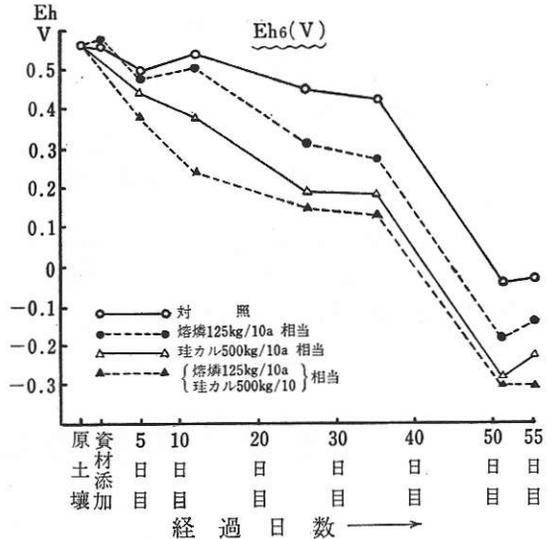
この土壤は第4表のようにN施用量を増加してもほとんど増収とならない。しかし、有効燐酸が少ないために三要素、特に燐酸吸収係数の5%相当量燐酸を施用したものおよびそれに珪カルを多施用した区を設けた。

生育は三要素多量区、三要素、珪カル多量区が良好で、特に茎数、穂数が多かった。作付土壤中の枸溶P₂O₅量の推移は第2図④のとおりで、燐酸8kg施用のN多量区では枸溶P₂O₅量少なく燐酸欠乏症状を呈したが、燐酸施用量50kgの三要素多量区は22~40mgでN多量区にくらべて2~3倍多く経過し、三要素珪カル多量区はさらに多い傾向を示した。また、三要素多区、三要素珪カル多量区はN多区よりもpHがわずかに高目に経過することが認められ、これらの点は後述するように、当試験地の生土を用いた室内実験でも同様の結果であった。なお、収量についての結果は第4表のとおりである。

5. 養分等改善試験

基盤整備後3年目の試験地で、切土部は有効燐酸が少ないために燐酸多量区を、また土壤の置換性K₂O、MgOが極端に少ないのでK・Mg多量区を設けた。

生育は燐酸多量区、K・Mg多量区とも良好に経過した。作付土壤中の枸溶P₂O₅は第2図⑤の如く、標準区が活着時10mg程度で少ないのに対し、P₂O₅多量区は約30mgで標準区との差は約22mg程度であり、燐酸施用量の差とはほぼ一致した。また、Ehについては、第1図の如く、明らかに標準区が高く推移している。水稻の分解調



第3図 資材添加による Eh, pH の変化

(D試験地生土30°Cインキュベート)

査によれば第6表のとおり燐酸多量区、K・Mg多量区ともに1穂着粒数が多く、特に燐酸多量区は登熟歩合が高くなっている。このように燐酸的瘠薄な切土における燐酸多施の効果は大きいものと考えられ、また、本ほ場の如くK・Mgの少ない土壤でのK・Mg施用も効果が認められた。

6. 熔燐、珪カルの施用と土壤pHおよびEhの変化 (室内実験)

先に述べた如く、D試験地の生土を用いて施肥量に応じた熔燐および珪カルを添加し、湛水下、30°Cでインキュベーションを行ない、pHおよびEhの推移を測定した結果が第3図である。すなわち、熔燐および珪カルの施用によって明らかにpHが高くなり、Ehは低下する傾向が認められた。なお、55日間インキュベーション後、NH₄-Nおよび枸溶P₂O₅を測定したのが第7表であるが、この結果からも熔燐、珪カル施用の効果が推察できる。

4. む す び

基盤整備水田における切土部の低収要因の一つとして、切土部はN、Pの含有率が低く、かつ作付中のEhが高く経過するため、N、Pの供給がさらに劣ることが指摘される。このような切土部に対する生産力拡大について検討した結果を要約すれば、

1. 切土部のN利用率向上としては深耕の実施、N肥効の持続化には緩効性肥料も効果的である。切土部は一般にN的瘠薄地が多いが、その有機物施用としては牧

草(イタリアンライグラス1ton)鋤込みが有利で、牧草鋤込みは土壤中のNのみならず可給態 P_2O_5 の供給をも増加する。

2. 磷酸は磷酸吸収係数の5%相当量施用で効果が大きく、さらに珪カル併用により可給態 P_2O_5 が多くなり、効果を増大している。

3. KやMgなど、塩基に乏しい土壌では、まず欠乏要素の補給が重要で、このような土壌でのK・Mg多施用の効果は明らかであった。

不良火山灰土壌の改良について

吉 田 昭・斉 藤 三 郎
山 川 潔・渡 辺 竜 一 郎

(山形県農試)

1. ま え が き

本県の水田耕地面積103,900haのうち、昭和39~40年の地力保全対策調査の結果から、約9,000haの不良火山灰土壌が分布していることが明らかになった。これらの土壌においては水稻の単位収量が低く、500kg程度である。この低収の要因としては、気象的要因のほか、土壌的にみた場合、土壌の自然肥沃度が低く、また養分の豊否すなわち置換性の石灰、苦土、加里および有効りん酸、珪酸等の含有量が劣悪状態にあることなどがあげられる。これらの養分状態の改善によって土壌の生産力を、どの程度増強し得るのかについて現地試験により明らかにしたので、その結果を報告する。

2. 試 験 方 法

1. 試験地設置場所

本県の火山灰土壌の火山噴出源と推定される各火山系別に第1表に示すような試験地を設置した。

また、各試験地の土壌条件は第2表に示すとおりで、火山灰の浅いところで舟形試験地の40cm、深いところで上の山試験地の66cm、他はその中間にある。

山辺、米沢試験地のは場は、かつて磷酸多施のなされたは場であり、また各試験地は本県の沖積土壌に比べ、塩基飽和度および珪酸含量は低い傾向にあるが、磷酸含

量はそう低くない。

2. 試験区の構成

改良目標として、磷酸吸収係数を尺度とし、磷酸吸収係数の2.5%、同5.0%量を熔磷で施用、これに珪カル(10a当り300kg)を併用し、また土壌の石灰飽和度は60%を限度とし、これに各地域のNの生産力をも把握するため、無N区を設置し実施した。しかし石灰飽和度を60%とすると珪カル施用量が大量になるため、10a当り300kgとした。施肥Nは慣行施肥量とし、遊佐、米沢試験地を除き、珪カル併用区は水稻の初期生育の抑制を防止するためN量を10%前後増した。

第1表 試験地の位置

| 試験地 | 所在地 | 火山系 |
|-----|------------|-----|
| 遊佐 | 飽海郡遊佐町白井新田 | 鳥海 |
| 羽黒 | 東田川郡羽黒町川代山 | 月山 |
| 山辺 | 東村山郡山辺町北作 | 白鷹 |
| 尾花沢 | 尾花沢市野黒沢 | 肘折 |
| 舟形 | 最上郡舟形町沖の原 | 〃 |
| 上の山 | 上の山市権現堂 | 蔵王 |
| 米沢 | 米沢市口田沢 | 吾妻 |
| 小国 | 西置賜郡小国町荒沢 | 朝日 |

注. 肘折火山系のうち尾花沢は浮石層を有する土壌、舟形は浮石層を有しない土壌。