

老朽化水田改良に関する試験(第2報)

老朽化水田に於ける硫化水素発生の時期的消長と、
それが水稲地下部、地上部に及ぼす影響に就て

松田 方延・金川 修造・和田 稔
宮崎県農業試験場

MATSUDA, M., KANEKAWA, S. & WADA, M. Studies on the
Amerioliation for the Degraded Paddy Soils :

II. The Influence of Occurrence and Seasonable Amount of H_2S in the
Degraded Paddy Soil on the Roots and Tops of Rice Plant

老朽化水田においては作土の還元に伴い遊離硫化水素、可溶性硫化物の発生とその集積が著しくなり、水稲は土壌の栄養的欠陥に基く栄養不良に加え、根が障害を受ける為に秋落現象が起るものと考えられる。従つて老朽化水田の対策の根本原理は遊離硫化水素、可溶性硫化物を抑制する事にあると考えられる。

かかる目的で行われる処理が土壌並に水稲に与える影響はまづ地下部に顕れるものと考えられるので、その影響を水稲の生育過程に従つて追跡し、地下部の動的变化を捉える事は改良対策上冠に意義深いものと信ずる。

依つて1951年より下記の装置により試験に着手したのである。本報は第1年目の成績で主に健全田土壌と老朽田土壌との間に於ける遊離 H_2S と活性鉄との関係、及び之等が水稲地下部、地上部に与える影響について比較考究を試みるとともに、併せて他の2、3の処理の影響について試験を行つたものである。初年目の為に不備な点があつたが昭明瞭な成績を得たので

敢て発表した次第である。

本実験を行うに当り、嵐拔官、土持場長の御指導、御助言を賜ると共に、写真撮影に当たり天然色写真の便宜を与えられた徳田ソーダ株式会社原田正夫博士に対し深甚の謝意を表す次第である。

〔I〕第1試験

1. 試験の方法

- (1) 試験の種類 ポット試験(5万分の1反歩硝子製ポット)
- (2) 供試土壌 老朽田土壌……宮崎県西諸県郡加久藤村川内川沖積水田作土、遊離 Fe_2O_3 0.053%
健全田土壌……宮崎県農試本場沖積水田作土、遊離 Fe_2O_3 0.51%
- (3) 供試品種 農林18号
- (4) 試験区別及び各区の内容 単位：鉢当 gm

| 区番号 | 供試土壌 | 試験区名 | ポット号 | 基 肥 | | | 追 肥 | | 添加物 肥鉄土 | 備 考 |
|-----|------|------|------|-----|----------|--------|-------|-------|------------|---------------------------------|
| | | | | N | P_2O_5 | K_2O | 7月15日 | 8月13日 | | |
| 1 | 本場土 | 健全田区 | 1~3 | 0.5 | 0.3 | 0.6 | NO. 2 | NO. 3 | — | N 硫酸, P_2O_5 過石 K_2O 硫加, |
| 2 | 加久藤土 | 老朽田区 | 6~8 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | — | |
| 3 | 〃 | 肥鉄土区 | 4, 5 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 50.0 | |

備考 (1) 本実験に用いたポットは内径が15cm、深さ22cmの硝子鉢で略5万分の1反歩硝子製ポットに準じ作製したものである。

(2) 挿苗当日各ポットに底より約1寸の高さに予め充分水洗した砂礫を敷き、5粒目の篩を通した未風乾供試土壌を水を加えつつ少許づつ攪拌し乍ら充填し、いずれも4寸の厚さに保つた。

(3) 挿苗は6月27日1鉢当り1本植とした。苗は38日苗、6葉期の草丈、分蘖の揃つたものを用いた。但し肥鉄土区は6月29日挿苗した。

(4) 灌漑水は降水の外は当市水道水を用い、全期湛水とした。

(5) 場所は當場網室で写真第1図(省略)の如き台に各ポットを配列、地下部は暗黒に保つた。

2. 試験の結果並に考察

(1) 硫化水素の発生と地下部の状態

根の伸長、着色、根腐れの状況を日々ガラスポット

の側面から観察すると共に、一定時期に 400cc づつ滲透水を採取し H₂S の定量を行つた、その成績は第1表、第2表に示す通りである。

第 1 表 稻生育期間中各期に於ける根の状態

| 区番号 | 試験区名 | 黒根を認めた日 | 7月29日 | | 8月1日 | | 8月12日 | | 8月20日 | | 8月28日 | | 9月20日 | | 備 考 |
|-----|------|---------|-------|----|------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|---|----------------|
| | | | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | |
| 1 | 健全田区 | 7. 22 | 卅 | -- | 卅 | -- | 卅 | -- | + | -- | 卅 | -- | 卅 | + | Aは黒根の程度 |
| 2 | 老朽田区 | 7. 29 | + | -- | -- | + | + | 卅 | 卅 | 卅 | 卅 | 卅 | + | 卅 | Bは半透白蠟根(腐根)の程度 |
| 3 | 肥鉄土区 | 8. 1 | -- | -- | -- | + | + | + | + | + | 卅 | 卅 | 卅 | 卅 | |

第 2 表 稻生育各期に於ける滲透水中の H₂S の分析成績

| 区番号 | 試験区名 | 7月31日 | 8月7日 | 8月18日 | 8月28日 | | 9月7日 | | 備 考 |
|-----|------|----------------------|----------------------|----------------------|-------|----------------------|------|----------------------|--|
| | | H ₂ S | H ₂ S | H ₂ S | pH | H ₂ S | pH | H ₂ S | |
| 1 | 健全田区 | 1.2×10 ⁻⁵ | 1.9×10 ⁻⁵ | 3.0×10 ⁻⁵ | 6.3 | 2.6×10 ⁻⁵ | 6.2 | 1.9×10 ⁻⁵ | NaOH 液の入つたフラスコに滲透水を採取、本液に就き Dupasquier Fresenius の沈素滴定法により H ₂ S の定量を行つた。 |
| 2 | 老朽田区 | 3.8× " | 7.1× " | 13.2× " | 6.2 | 4.1× " | 6.0 | 5.4× " | |
| 3 | 肥鉄土区 | 1.2× " | 4.1× " | 6.1× " | 6.3 | 3.3× " | 6.2 | 2.4× " | |

観察に依つて土壤中の硫化水素の存在を認めうる徴候としては Fe²⁺ と化合した黒色の硫化鉄が根帯に生ずる事に依つてである。従つて第1表に掲げた如く活性鉄の豊富な健全田区に於ては1週間も早く他区に比較して黒根を認めたのであろう。

根の酸化鉄による汚染程度は健全田区が最も赤褐色濃く、その変化も緩慢で黒根の増加に伴い少し赤褐色したに過ぎなかつた。老朽田区では当初稍うす赤味を帯びていた根が急に褪色白根となり、下層の砂礫層には溶脱した鉄が集積したものをらしく砂層の根は著るしく黒くなつていた。

各区の黒根は時日の経過とともに増加して行つたが、老朽田区の黒根は出穂期頃より急に半透白蠟根に變つて行つた。尙お根の黒変に関する稍詳細な観察の結果について附言するに、根が最も早く黒変する部位はいずれの区於ても側根の部分である。殊に健全田区では酸化鉄に汚染された節根の側方に分岐した側根が黒変し、第1図(省略)の如き判然たる対照をなしていた点である。この現象に就ては水稻根の生理学的立場から考究する必要がある問題でないかと考える。

半透白蠟根、即ち完全なる腐根が硝子ポットの側面に顕れたのは老朽田区では8月1日の観察に於てであり、爾後急激に増加し第1表に示す如く出穂期頃より

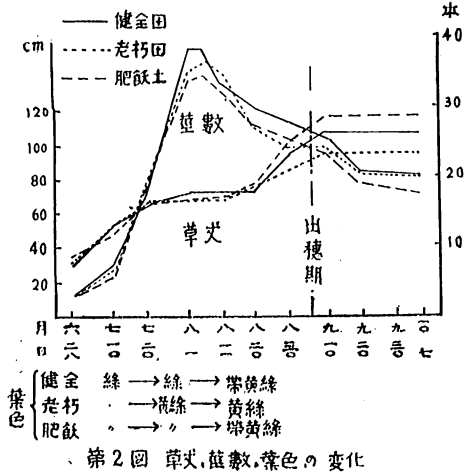
ほとんど半透白蠟根に變つた。而して健全田区では9月20日になつて僅かに認められたに過ぎなかつた。肥鉄土区では老朽田区と同じく8月1日には稍認め得られたが、爾後その増加はほとんど行われず、従つて健全な生育を遂げ得たのであろう。この黒根から半透白蠟根への機作については三井氏等(1948)は土壤中の硫化水素が増加する事により根を黒色に汚染していた硫化鉄が硫化水素の酸性飽和液に溶かされる為起こる現象として説明されている。

又第1、2表より硫化水素の発生に硫酸の追肥がかなり著るしく関与しているのではないかと考えられる点がある。

(2) 地上部の生育状況

各試験区に就き生育状態を各時期別に調査した中で、主な成績を第2図により示めた。

加久藤土壌を供試した老朽田区、肥鉄土区は7月中旬より葉色が衰え始めた。老朽田区では8月13日に第2回の追肥を健全田区と同量施用したにもかかわらず、葉色は少しも恢復せず、草丈の伸長も8月20日以降著るしく劣り生育不良に陥つた。然るに肥鉄土区に於ては追肥の効果が著るしく顕れ、逆に8月20日以降の生育は急激に優り、主稈葉身長に於ても止葉、次位葉は著るしい伸長ぶりを見せていた。



要するに老朽田区は作土の還元の進行に伴い、遊離硫化水素が健全田区に較べて著るしく増加する為、地下部が障害を蒙り、その機能が阻害されるので硫安を追

肥しても硫化物が著積されて、却つて効果がない事が明かに証明された。これに反し健全田区、或は肥鉄土区の如く或る程度の活性鉄が作土中に存在する場合には、遊離硫化水素が抑制され、その結果根腐れが著るしく軽減され、追肥の効果が充分發揮されたものと考えられる。

(3) 成熟期に於ける生育状態並に收穫物

成熟期に於ける稈長、穂長、穂数を調査の後、丁寧に抜取り水洗後2週間風乾して收穫物の調査を行つたが、その成績は第3表の通りである。

成熟期に於ける穂数は健全田、老朽田両区ともに差がなかつたが、後者は遅れ穂が1株3~4本も見受けられた。これは後期硫化水素の発生が減少するに伴い、一時生育を停止していた高位分蘗が活動して出て来たものと考えられる。要するに收穫物の調査に於ても老朽田区はいつれの項目に於ても健全田区に較べて甚だ劣つていたが、地下部では根重、地上部では穂重が特に軽かつた。

第3表 收穫物の調査(1鉢当平均)

| 区番号 | 試験区名 | 実比 | 稈長 | 穂長 | 穂数 | 地下部 | | 地上部 | | | | | |
|-----|------|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | | | | 総根数 | 根重 | 全重 | 蘗重 | 穂重 | 稈重 | 粒/蘗 | 米千粒重 |
| 1 | 健全田区 | 実 | 79.5 | 21.2 | 20.0 | 1,183 | 9.8 | 113.8 | 69.0 | 44.8 | 41.1 | 59.6 | 22.8 |
| | | 比 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| 2 | 老朽田区 | 実 | 69.1 | 20.3 | 20.0 | 930 | 5.5 | 92.0 | 59.3 | 33.7 | 29.6 | 51.3 | 21.8 |
| | | 比 | 86.9 | 95.8 | 100.0 | 78.6 | 56.1 | 80.8 | 85.9 | 75.2 | 72.2 | 86.1 | 95.2 |
| 3 | 肥鉄土区 | 実 | 84.0 | 23.3 | 17.5 | 995 | 8.5 | 116.0 | 66.5 | 49.5 | 45.7 | 69.3 | 23.0 |
| | | 比 | 105.7 | 109.9 | 87.5 | 84.1 | 86.7 | 101.9 | 96.4 | 110.5 | 111.4 | 117.9 | 100.9 |

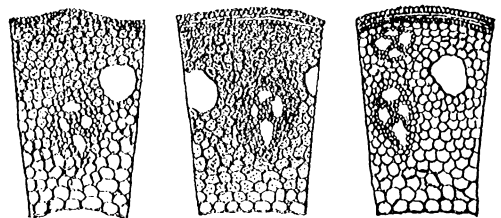
備考. 抜取は略成熟期に達したと考えられた10月16, 17日に行つた。

(4) 稈の貯蔵澱粉の差異に就て

各処理区別抜取株主程の上位節間より順次下位節間に向つて、各節間中央部の横断切片をヨード、ヨード加里で染色検鏡した。その反応並に程度は第4表、第3図に掲げる通りである。

第4表 各節間に於けるヨード・ヨード加里反応

| 区番号 | I | II | III | IV | V |
|-----|---|----|-----|----|----|
| 1 | — | — | — | 卅 | 卅卅 |
| 2 | — | — | 卅 | 卅 | 卅 |
| 3 | — | — | — | — | — |



第3図 第4節間に於ける反応の程度

第4表、第2図に依つて見られる通り、老朽田区の稈の貯蔵澱粉は最も多量に残留しているようで、嵐氏(1952)の述べた如く秋落稲の稈基重の最高期より最

低期えの減少量が秋優稲に比較してその割合の少ない点とも密接な関係をもつものでないかと考える。

(II) 第 2 試験

1. 試験の方法

- (1) 試験の種類 第1試験と同じ。
- (2) 供試土壌 第1試験供試老朽田土壌。
- (3) 供試品種 農林18号。
- (4) 試験区別及び各区の内容 単位：鉢当 gm

| 区番号 | 試験区名 | 基 肥 | | | | 追月 8. 25 |
|-----|--------------|-----|-------------------------------|------------------|------|-------------|
| | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | 堆肥 | |
| 1 | 堆肥加用 硫酸根区 | 0.5 | 0.3 | 0.6 | 30.0 | 0.2 |
| | | 硫酸 | 過石 | 硫加 | — | 硫酸 |
| 2 | 無堆肥 硫酸根区 | 0.5 | 0.3 | 0.6 | — | 0.2 |
| | | 硫酸 | 過石 | 硫加 | — | 硫酸 |
| 3 | 無堆肥無 硫酸根区 | 0.5 | 0.3 | 0.6 | — | 0.2 |
| | | 塩安 | 燐燐 | 塩加 | — | 塩安 |

備考 (1) 挿苗は7月21日1鉢当1本植とした。苗は18日苗で4葉期、草丈、草状の揃つたものを用いた。(2) 其他第一試験に準じた。

2. 試験の結果並に考察

(1) 硫化水素の発生と地下部の状態

第1表 稻生育各期に於ける根の状態

| 区番号 | 黒根を 認めた | 8 月 28 日 | | | 9 月 20 日 | | |
|-----|--------------|----------|---|----|----------|---|----|
| | | A | B | 根色 | A | B | 根色 |
| 1 | 月 日 8. 26 | + | - | 稍赤 | 卅 | + | 白 |
| 2 | 8. 26 | + | - | 〃 | 卅 | + | 白 |
| 3 | — | - | - | 〃 | - | - | 稍赤 |

第2表 稻生育各期に於ける滲透水中の硫化水素の分析成績（単位：百分率）

| 区番号 | 8月28日 | | 9月4日 | | 9月15日 | |
|-----|-------|----------------------|------|----------------------|-------|-----------------------|
| | pH | H ₂ S | pH | H ₂ S | pH | H ₂ S |
| 1 | 6.0 | 4.0×10 ⁻⁵ | 6.1 | 1.4×10 ⁻⁵ | 6.0 | 19.5×10 ⁻⁵ |
| 2 | 6.0 | 3.9×〃 | 6.1 | 3.6×〃 | 6.0 | 39.4×〃 |
| | 6.2 | 0.7×〃 | 6.0 | 0.2×〃 | 5.5 | 0.3×〃 |

(2) 地上部の生育状態

第3表 生育各期に於ける生育調査

| 区番号 | 8月28日* | | 9月15日** | | 伸長停止期 10月7日 | | | |
|-----|--------|----|---------|----|-------------|------|------|----|
| | 草丈 | 莖数 | 草丈 | 莖数 | 草丈 | 稈長 | 穂長 | 穂数 |
| 1 | cm | 本 | cm | 本 | cm | cm | cm | 本 |
| 2 | 77.5 | 27 | 97.9 | 22 | 98.5 | 78.0 | 21.2 | 22 |
| 3 | 75.5 | 26 | 93.5 | 18 | 91.2 | 72.2 | 19.4 | 18 |
| 3 | 79.0 | 27 | 99.4 | 18 | 100.0 | 75.7 | 22.8 | 18 |

* 最高分葉期 ** 出穂期

(3) 収 穫 物

第4表 収穫物の調査

| 区番号 | 地下部 | | 地上部 | | | | |
|-----|-----|-----|------|------|------|------|-------|
| | 根数 | 根重 | 全重 | 葉重 | 穂重 | 根重 | 同比率 |
| 1 | 本 | gm | gm | gm | gm | gm | % |
| 2 | 674 | 3.2 | 67.0 | 34.5 | 32.5 | 31.5 | 118.4 |
| 3 | 679 | 3.8 | 64.2 | 37.0 | 27.2 | 26.6 | 100.0 |
| 3 | 839 | 4.5 | 72.2 | 38.5 | 33.7 | 32.8 | 123.3 |

以上の成績によつて老朽化水田に於ては無硫酸根肥料の施用が根腐れの発生を抑制し、地上部の生育に好影響を与え収量は著るしく増加したものと考えられる。又堆肥加用区が無堆肥硫酸根区に較べて成績が良好な点に就ては、主に堆肥の3要素補給といった点以外に遊離 H₂S 抑制にも問題があるのでないかと考えられる。

総 括

(1) 老朽田区に於ける遊離 H₂S は活性鉄の豊富な健全田区より著るしく多量に集積される。又遊離 H₂S は幼穂形成期前後が最高に達する。

(2) 従つて老朽田区では、遊離 H₂S の集積に伴い、根帯に於いて生理的、化学的変化を起し、ついに腐根となり根はその機能を全く失う。

(3) 地上部は地下部の障害に伴い、生育不良となり収量は著るしく減少する。

(4) かかる老朽田土壌に含鉄物として肥鉄土を添加すると、遊離 H₂S の発生を抑制して根腐れを防止し、追肥の効果が著るで、代謝機能が円滑に行われ、子実生産に好影響を与える。

(5) 又無硫酸根肥料を施用する事によつても遊離 H₂S の発生を抑制して根腐れを防止し得られ、地上部にも好影響を及ぼす。

以上二つの試験より老朽化水田改良の基本的対策の意義が認識されるものと考え、尙現地に於ける実態は種々の原因が錯雑しているので、今後は現地の実態調査と相併行し、且つ生理学的方面より地下部の障害を診断し、暖地稲作低位生産の基本的原因を究明し、その対策を確立したい。