

長崎県における農耕地土壌の 理化学性の実態と経年変化

第1報 畑 土 壌

井上 勝広・藤山 正史¹⁾・前田ゆかり²⁾・大津 善雄³⁾・田中 俊憲³⁾

キーワード：長崎県，畑土壌，物理性，化学性，有機物，土壌改良資材

Changes of Several Physico-chemical Properties of
Upland Soils in Nagasaki Prefecture.

Katsuhiro INOUE, Masahumi HUJIYAMA, Yukari MAEDA,
Yoshio ŌTU, Toshinori TANAKA

目 次

| | |
|--------------------|----|
| 1. はじめに | 60 |
| 2. 調査方法 | 60 |
| 3. 結果および考察 | 61 |
| 1) 土壌の理化学性の変化 | 61 |
| (1) 普通畑 | 62 |
| (2) 飼料畑 | 63 |
| (3) 施設園芸畑 | 63 |
| 2) 有機物および土壌改良資材の影響 | 63 |
| (1) 有機物 | 63 |
| (2) リン酸質資材 | 64 |
| (3) 石灰質資材 | 64 |
| 4. 総合考察 | 65 |
| 5. 摘 要 | 67 |
| 6. 引用文献 | 67 |
| Summary | 68 |

1. はじめに

長崎県の農耕地73,603haのうち34%(23,321ha)は畑地が占めており、畑作農業は本県農業の中で重要な位置にある。畑作物の安定生産を図るには、生産力の指標となる畑土壌の理化学性の実態を把握することが重要である。

本県の畑土壌は、1959～1978年の30年間に亘って実施された地力保全基本調査¹⁾によって、7土壌群19土壌統群45土壌統に分類、区分される。また、本県の畑地における土壌群の分布は多い方から、黄色土が59.8%(15,140ha)、黒ボク土が21.1%(5,346ha)、赤色土が13.0%(3,299ha)、褐色低地土が2.3%(582ha)、灰色台地土が2.1%(530ha)、暗赤色土が1.0%(261ha)、灰色低地土が0.6%(163ha)であり、それぞれの基本的な性質が明らかにされた。

さらに、農業生産力の増進と農業経営の安定化を図ることを目的として、土壌環境基礎調査が1979年から開始された。これは、県下の土壌のタイプや主幹作物を考慮し、選定した土壌調査地点(圃場)を定期的に調査することによって、現代農業の特徴である低コスト化、省力化、機械化、有

機・無機資材の多量施用などの環境の変化に伴う土壌条件の経年変化を明らかにしようとするものである。これまで1979～1983年(1巡)、1984～1988年(2巡)、1989～1993年(3巡)の調査結果に基づき、九州・沖縄地域における農耕地土壌の実態²⁾がまとめられており、これらは土づくりの啓蒙資料として広く活用されている。

本報では、1994～1998年(4巡)に実施した調査結果から、本県畑土壌の理化学性の実態を明らかにし、過去20年間の経年変化を取りまとめたので報告する。

本稿を取りまとめるに当たり、多大な御指導、御助言を頂いた長崎県総合農林試験場宮崎孝愛野馬鈴薯支場長、小川義雄環境部長、長崎県農林部永尾嘉孝課長補佐に心から感謝申し上げる。

さらに、現地調査に御協力を頂いた各農業改良普及センターの各位、長崎県総合農林試験場黒田正伸技師に厚く御礼申し上げます。

また、分析試料の調整等に多大な御協力を頂いた川浪久子氏、大藪サツエ氏、高橋醇子氏、久松由美子氏に心より御礼申し上げます。

2. 調査方法

調査地点は、県内を13地域(長崎、西彼、諫早、大村、島原、加津佐、佐世保、江迎、平戸、下五島、上五島、壱岐、対馬)に分け、各地域の畑土壌のなかで、代表的な土壌統を対象に23地区、さらに1地区5地点として合計115地点を選定し、5年を一巡として、同一地点(圃場)を5年ごとに調査し、4巡の調査も、1、2、3巡と同一地点を順次行った。

調査項目は土壌断面調査および土壌の理化学性に関する分析と土壌管理の実態調査である。土壌断面調査は「土壌調査ハンドブック」³⁾に、土壌分

析は「土壌環境基礎調査における土壌、水質および作物体分析法」¹⁰⁾に従い、土壌管理実態調査は調査地点を管理している農家からの聞き取りによった。

畑土壌の理化学性は、土壌群の違いよりもむしろ、肥培管理法の影響の方が強いので、以下では地目ごとに検討した。

なお、分析データの異常値は、解析の精度を上げるために、項目ごとに農林水産省農蚕園芸局農産課土壌保全班の作成したマクロプログラムによりチェックし、除外した。

3. 結果および考察

1) 土壌の理化学性の変化

過去20年間の肥培管理によって、農作物の栽培土壌がどのように変わったのかを知るため、4巡の畑土壌の作土の理化学性と1巡に対する増減を、

地目別に表1に示した。また、現在の地力の評価は、本県で採用している土壌診断基準値⁹⁾の適正域より過剰あるいは不足している土壌の割合とみなし、畑土壌の作土の理化学性の基準値に対する

表1 畑土壌の理化学性と1巡に対する変化割合

| 地目(作目) | n | 項目 | 作土の 厚さ(cm) | pH (H ₂ O) | 腐植 (%) | 全窒素 (%) | CEC (me) | 交換性陽イオン (me) | | | Mg/K比 | 可給態 リン酸(mg) |
|------------|----|------|---------------|--------------------------|-----------|------------|-------------|--------------|------|-------|-------|----------------|
| | | | | | | | | Ca | Mg | K | | |
| 普通畑 | 83 | 平均 | 17.0 | 5.8 | 3.1 | 0.18 | 18.1 | 9.4 | 2.4 | 1.6 | 1.7 | 92 |
| | | 標準偏差 | 2.8 | 0.9 | 1.7 | 0.09 | 5.5 | 8.2 | 1.2 | 0.8 | 1.1 | 87 |
| | | 変化割合 | 125* | 97 | 111 | 106 | 90* | 83 | 67** | 110* | 41** | 122 |
| バレイショ (39) | | 平均 | 15.0 | 5.4 | 2.7 | 0.15 | 18.2 | 7.9 | 2.3 | 1.8 | 1.4 | 111 |
| | | 標準偏差 | 4.6 | 0.9 | 1.0 | 0.07 | 5.4 | 6.4 | 1.1 | 0.7 | 1.0 | 67 |
| | | 変化割合 | 104 | 95* | 109 | 94 | 89* | 76 | 64** | 143** | 36** | 129 |
| 野菜 (34) | | 平均 | 18.0 | 6.1 | 3.8 | 0.21 | 18.8 | 10.1 | 2.5 | 1.6 | 1.7 | 130 |
| | | 標準偏差 | 2.8 | 0.5 | 2.0 | 0.09 | 6.4 | 5.4 | 1.2 | 0.8 | 0.8 | 88 |
| | | 変化割合 | 127* | 99 | 104 | 105* | 82* | 75* | 65** | 103 | 31 | 144* |
| 葉タバコ (5) | | 平均 | 17.4 | 6.1 | 2.1 | 0.13 | 17.5 | 8.9 | 3.2 | 1.5 | 2.1 | 42 |
| | | 標準偏差 | 3.6 | 0.4 | 0.9 | 0.03 | 3.7 | 2.8 | 1.3 | 0.4 | 0.5 | 14 |
| | | 変化割合 | 105 | 101 | 91 | 94 | 109 | 100 | 90 | 129 | 69* | 119 |
| 飼料畑 | 8 | 平均 | 13.4 | 6.8 | 4.4 | 0.24 | 19.5 | 16.5 | 4.0 | 1.5 | 7.3 | 66 |
| | | 標準偏差 | 3.7 | 1.1 | 2.2 | 0.09 | 7.2 | 8.4 | 2.5 | 1.3 | 6.2 | 59 |
| | | 変化割合 | 102 | 117 | 130 | 129 | 106 | 126 | 134 | 142 | 124 | 282 |
| 施設園芸畑 | 14 | 平均 | 17.4 | 5.7 | 5.2 | 0.27 | 24.2 | 13.0 | 4.5 | 2.0 | 2.3 | 236 |
| | | 標準偏差 | 6.8 | 0.8 | 2.0 | 0.13 | 6.6 | 3.4 | 2.9 | 1.0 | 0.5 | 158 |
| | | 変化割合 | 113* | 97 | 186** | 154* | 138** | 109 | 124 | 130* | 89 | 381** |

- 1) 土壌の化学性は乾土100g当たり。
- 2) 普通畑はバレイショ畑、野菜畑、葉タバコ畑など。
- 3) 変化割合は(4巡)/(1巡)×100。
- 4) 変化割合の有意差検定は平均値の差の両側t検定で、**は99%の信頼度で有意、*は95%の信頼度で有意。

表2 畑土壌の理化学性の土壌診断基準値に対する過不足地点の割合

| 地目 | 周期 | 作土の厚さ | | 仮比重 | | | pH(H ₂ O) | | | 腐植 | | 交換性陽イオン | | | | | | 塩基飽和度 | | | Mg/K比 | | 可給態リン酸 | | |
|---------------|----|-------|----|----------------------|----|-----|----------------------|----|----|----------------|----|-------------|----|------|-----|---------|----|-------|-------|----|-------|------|--------|--------------|-----|
| | | 不足 | 適正 | 低 | 適正 | 高 | 低 | 適正 | 高 | 不足 | 適正 | 不足 | 適正 | 不足 | 適正 | 過剰 | 低 | 適正 | 高 | 低 | 適正 | 不足 | 適正 | | |
| | | 普通畑 | 1巡 | 87 | 13 | 3 | 48 | 49 | 29 | 44 | 27 | 74 | 26 | 35 | 65 | 9 | 91 | 4 | 25 | 71 | 29 | 24 | 47 | 34 | 66 |
| | 4巡 | 40 | 60 | 0 | 45 | 55 | 38 | 36 | 26 | 66 | 34 | 52 | 48 | 26 | 74 | 1 | 19 | 80 | 43 | 21 | 36 | 73 | 27 | 12 | 88 |
| 飼料畑 | 1巡 | 67 | 33 | 12 | 44 | 44 | 56 | 33 | 11 | 11 | 89 | 22 | 78 | 22 | 78 | 22 | 34 | 44 | 22 | 44 | 33 | 33 | 67 | 44 | 56 |
| | 4巡 | 72 | 28 | 0 | 0 | 100 | 25 | 25 | 50 | 38 | 62 | 25 | 75 | 25 | 75 | 12 | 25 | 63 | 25 | 0 | 75 | 50 | 50 | 37 | 63 |
| 施設園芸畑 | 1巡 | 100 | 0 | 0 | 80 | 20 | 60 | 0 | 40 | 60 | 40 | 20 | 80 | 0 | 100 | 0 | 20 | 80 | 0 | 20 | 80 | 40 | 60 | 0 | 100 |
| | 4巡 | 60 | 40 | 20 | 80 | 0 | 43 | 50 | 7 | 21 | 79 | 7 | 93 | 7 | 93 | 0 | 7 | 93 | 15 | 21 | 64 | 57 | 43 | 0 | 100 |
| 土壌診断基準値 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 普通畑 (黒ボク土) | | ≥20 | | 0.8~1.1 (0.6~0.8) | | | 5.5~6.5 | | | ≥3.0 (≥5.0) | | ≥8 (≥10) | | ≥1.5 | | 0.3~0.8 | | | 60~80 | | | ≥2.0 | | ≥20 (≥10) | |
| 飼料畑 | | ≥15 | | 0.8~1.2 | | | 6.0~6.5 | | | ≥2.5 | | ≥7 | | ≥1.5 | | 0.3~0.7 | | | 60~80 | | | ≥2.0 | | ≥15 | |
| 施設園芸畑 | | ≥20 | | 0.8~1.1 | | | 6.0~6.5 | | | ≥3.0 | | ≥8 | | ≥1.5 | | 0.3~0.8 | | | 60~80 | | | ≥2.0 | | ≥20 | |

- 1) 土壌診断基準値は長崎県土づくり手引書 p202 (1985) による。
- 2) 単位は% (全対象地点を100とする)。
- 3) 野菜畑の一部に黒ボク土がある以外はすべて非黒ボク土。

過不足地点の割合を表2に示した。

(1) 普通畑

4巡の作土の厚さは、普通畑全体をみると17.0±2.8cmで、対1巡比125%と深層化が進行しているものの、いまだ全調査地点の40%の地点が基準値の20cmよりも浅かった。さらに仮比重も55%の地点が基準値の1.1を超過していた。

腐植含量は増加の傾向にあるものの3.1±1.7%で、なお66%の地点が基準値の3.0%より不足していた。

pH(H₂O)は対1巡比97%と若干低下し、5.8±0.9であり、全調査地点の38%が基準値の5.5より低かった。CECは対1巡比90%と低下し、18.1±5.5meであった。交換性カリウム含量は対1巡比110%と増加し、1.6±0.8meであったが、80%の地点が基準値の0.8meを超えていた。交換性カルシウムおよびマグネシウム含量は減少し、それぞれ9.4±8.2me、2.4±1.2meであった。このため塩基飽和度は43%の地点で基準値の60%より低かった。

マグネシウム/カリウム当量比(Mg/K比)も対1巡比41%と明らかに減少し、73%の地点が基準値の2.0以上より低い現状にあった。

可給態リン酸含量は92±87mgと高く、農家間の変動が大きかったが、88%の地点が基準値の20mg以上で適正域にあった。

次に普通畑を利用形態別にみると、ばれいしょ畑では、交換性カルシウム含量は対1巡比76%に減少し、7.9±6.4meであり、そのためpH(H₂O)は対1巡比95%に低下し、5.4±0.9となった。交換性カリウム含量は対1巡比143%と明らかに急増し、1.8±0.7meに、逆に交換性マグネシウム含量は対1巡比64%と明らかに減少し、2.3±1.1meとなったため、Mg/K比が対1巡比36%と大きく低下した。また可給態リン酸含量は対1巡比129%と増加し、111±67mgであった。

本県の基幹作物であり、全国第2位の生産量を誇るばれいしょについて、有機物の施用に関連すると考えられる項目間の相関を表3に示した。腐植含量、全窒素含量そして交換性カリウム含量の間に95%以上の信頼度で正の相関が認められ、CECの上昇(95%の信頼度で正の相関)など地力を増強するための有機物施用の重要性が導かれる。

表3 ばれいしょ畑における有機物関連要因間の相関係数(n)

| 要因 | 収量 | 腐植 | T-N | CEC | Ex-K |
|------|----|-----------------|------------------|-----------------|------------------|
| 収量 | — | -0.102 (101) | -0.163 (101) | -0.020 (101) | 0.206* (109) |
| 腐植 | | — | 0.819** (101) | 0.240* (101) | 0.253* (101) |
| T-N | | | — | 0.196* (101) | 0.283** (101) |
| CEC | | | | — | 0.144 (101) |
| Ex-K | | | | | — |

注) **は99%の信頼度で有意, *は95%の信頼度で有意。

また光合成産物の地上部から地下部への転流促進に作用するといわれるカリウムと収量の間に95%の信頼度で正の相関が認められているものの、土壌では有機物施用による交換性カリウムの集積(表3)も認められることから判断すると、カリ過剰の圃場では、化学肥料としてのカリウムは減肥あるいは無施用とする必要がある。

また石灰質資材の施用に関連すると考えられる項目間の相関を表4に示した。交換性カルシウム含量とpH(H₂O)、塩基飽和度、交換性マグネシウム含量の間に99%の信頼度で正の相関が認められた。しかしながら、交換性マグネシウムと収量の間に99%の信頼度で負の相関があった。これは、塩基飽和度の上昇→pHの上昇→そうか病の多発に結びついており、結果的に減収したものと考えられる。ばれいしょの適正なpH(H₂O)や塩基飽和度は、一般の作物の施肥基準よりも低い水準にあることが推察され、本県ばれいしょのpH(H₂O)の目安である4.8~5.0は総合的に判断して妥当であるといえる。このように、ばれいしょ畑では、過剰な施肥や極端な資材削減が収益の低下に結びついており、有機物の施用によって、総合的な地力を徐々に上げていくことが肝要といえる。

野菜畑では、作土の厚さは対1巡比127%と深層化し、18±2.8cmであった。腐植含量は対1巡比104%で3.8±2.0%に、全窒素含量は対1巡比105%で0.21±0.09%に、交換性カリウム含量は対1巡比103%で1.6±0.8meに、可給態リン酸含量は対1巡比144%で131±88mgに増加した。しかしながら、交換性カルシウム含量は対1巡比75%で10.1±5.4meに、交換性マグネシウム含量は対1巡比65

%で $2.5 \pm 1.2me$ と明らかに激減したため、Mg/K比が対1巡比36%と大きく低下した。

葉タバコ畑では、Mg/K比を除いて、1巡と4巡の平均値の差の検定による有意差は認められず、ほとんど変化がみられなかった。これは、日本たばこ産業株式会社が直接農家に対して葉タバコの栽培法を指導し、土壌養分含量を適正に保つための徹底した土壌管理が行われているためと推察される。

(2) 飼料畑

飼料畑では、家畜ふん尿由来の有機物（スラリーを含む）を多施用するために、化学性のすべての項目で増加した。そのなかでも可給態リン酸含量が対1巡比282%と著しく増加していた。しかしながら、作土の厚さは全調査地点の72%で不足し、仮比重もすべての地点で基準値の1.2を超過し、物理性はかなり悪い状況にあった。

pH (H₂O) は75%の地点が不適正で、交換性カリウム含量は75%の地点が、また塩基飽和度はすべての地点が過剰あるいは不足の状態にあり、Mg/K比は50%の地点が基準値の2.0より低かった。

(3) 施設園芸畑

イチゴ、メロンなど施設園芸畑では、化学性のすべての項目で急増したが、なかでも可給態リン酸含量は対1巡比381%とかなり増加し、 $236 \pm 158 mg$ であった。作土の厚さは対1巡比113%と深層化し、 $17.4 \pm 6.8cm$ であったが、いまだ基準値の20cmより浅かった。また、仮比重が低下していることから、有機物の多量施用により土壌は膨軟化の傾向にあった。

化学性では、pH (H₂O) が 5.7 ± 0.8 で、全調査地点の50%が適正域を外れていた。有機物の施用により腐植含量が対1巡比186%と明らかに急増し、 $5.2 \pm 2.0\%$ であり、その適正割合も増えた。しかしながら、交換性カリウム含量は対1巡比130%と明らかに増加し、 $2.0 \pm 1.0me$ もあり、93%の地点が基準値の0.8meを超えていた。また、塩基飽和度は79%の地点が基準値の60~80%より過剰または不足しており、Mg/K比も57%の地点が基準値の2.0より低かった。

表4 ばれいしょ畑における石灰質資材関連要因間の相関係数 (n)

| 要因 | 収量 | pH(H ₂ O) | Ex-Ca | Ex-Mg | 塩基飽和度 |
|----------------------|----|----------------------|------------------|-------------------|------------------|
| 収量 | — | -0.213 (109) | -0.173 (109) | -0.259** (109) | -0.113 (101) |
| pH(H ₂ O) | | — | 0.693** (109) | 0.419** (109) | 0.656** (101) |
| Ex-Ca | | | — | 0.629** (109) | 0.791** (101) |
| Ex-Mg | | | | — | 0.360** (101) |
| 塩基飽和度 | | | | | — |

注) **は99%の信頼度で有意。

2) 有機物および土壌改良資材の影響

土壌の理化学性に大きく影響する土壌管理法として、有機物や土壌改良資材の施用の有無、施用量、種類が考えられるので、各々表5~表7に整理し、検討した。

(1) 有機物

4巡の施用農家割合を1巡と比較すると、施設園芸畑ではすべての地点で施用されていたのに対し、普通畑では85%から79%に、飼料畑では97%から75%に減少した。しかしながら、施用した農家に限定すると、年間に施用する有機物の量(kg/10a/年)は普通畑で2,000kgから2,300kgに、飼料畑で1,500kgから2,300kgに、施設園芸畑では1,000kgから5,100kgに増加していた。これは農畜の完全分業や団地化が定着し、耕種農家が十分な有機物を確保しにくくなった反面、畜産農家では飼料畑を家畜ふん尿の処理場として活用している実態もみられることが原因と考える。また一方で、施設園芸を中心とした意欲的な農家においては、土づくり意識が高まったともいえる。

施設園芸畑では、有機物が100%施用されていた。普通畑と飼料畑ではそれぞれ79%、75%であり、有機物を施用した圃場は、透水性が向上し、CEC、腐植、全窒素、交換性カリウム含量とマグネシウム、可給態リン酸の含量が無施用の圃場より増大した。特に、普通畑の4巡は、透水性が良くなり、腐植、交換性カリウム、可給態リン酸の含量が1巡よりも増大した。また、飼料畑では、仮比重が小さくなり、孔隙率が増え、交換性カルシウム含量や塩基飽和度も高まって、特に、4巡は1巡よりも仮比重が小さくなり、孔隙率が増え、

表5 有機物の施用の有無が畑土壌の理化学性に及ぼす影響

| 地目 | 施用の有無 | 周期 | 施用量 (kg/10a) | 施用割合 | 仮比重 | 孔隙率 (%) | 透水性 | pH (H ₂ O) | 腐植 (%) | 全窒素 (%) | CEC (me) | 交換性陽イオン(me) | | | 塩基飽和度 (%) | 可給態リン酸(mg) |
|-------|-------|----|--------------|------|------|---------|-------|-----------------------|--------|---------|----------|-------------|-----|-----|-----------|------------|
| | | | | | | | | | | | | Ca | Mg | K | | |
| 普通畑 | 施用 | 1巡 | 1969 | 85 | 1.05 | 61.9 | -1.99 | 5.9 | 3.2 | 0.18 | 23.7 | 10.9 | 3.5 | 1.4 | 67 | 80 |
| | | 4巡 | 2311 | 79 | 1.03 | 62.9 | -1.88 | 5.7 | 3.3 | 0.18 | 18.8 | 9.6 | 2.4 | 1.7 | 73 | 108 |
| | 無施用 | 1巡 | — | — | 1.03 | 62.7 | -2.13 | 6.2 | 2.7 | 0.16 | 19.3 | 13.7 | 4.0 | 1.4 | 99 | 55 |
| | | 4巡 | — | — | 0.84 | 70.1 | -2.05 | 6.1 | 2.8 | 0.17 | 16.7 | 10.6 | 1.8 | 1.1 | 81 | 61 |
| 飼料畑 | 施用 | 1巡 | 1525 | 97 | 1.08 | 61.0 | -2.96 | 5.9 | 3.6 | 0.19 | 19.6 | 12.1 | 2.5 | 1.3 | 82 | 92 |
| | | 4巡 | 2333 | 75 | 1.68 | 37.2 | -3.92 | 7.4 | 4.5 | 0.23 | 18.4 | 23.5 | 4.5 | 1.4 | 160 | 30 |
| | 無施用 | 1巡 | — | — | 1.20 | 56.2 | -4.36 | 5.6 | 3.0 | 0.18 | 14.0 | 6.8 | 3.0 | 0.2 | 72 | 15 |
| | | 4巡 | — | — | — | — | — | 5.9 | 2.8 | 0.14 | 18.3 | 8.4 | 2.4 | 1.2 | 66 | 20 |
| 施設園芸畑 | 施用 | 1巡 | 1020 | 100 | 0.99 | 64.7 | -1.09 | 5.9 | 2.8 | 0.17 | 17.5 | 11.9 | 3.6 | 1.5 | 97 | 62 |
| | | 4巡 | 5182 | 100 | 0.89 | 66.9 | -1.45 | 5.9 | 4.9 | 0.25 | 23.1 | 13.2 | 4.8 | 2.3 | 88 | 228 |

- 1) 土壌の化学性は乾土100g当たり。
- 2) 透水性は飽和透水係数の対数値。
- 3) 施用割合は (施用農家数) / (全農家数) × 100。

透水性が向上し、腐植、全窒素、交換性陽イオンの含量が増大し、塩基飽和度が高まった。

(2) リン酸質資材

施用農家割合は、1巡と4巡を比較すると、普通畑で50%から9%に、飼料畑で11%から0%に、施設園芸畑で80%から7%とすべての畑土壌で減少した。しかしながら、施用した圃場でも、施設園芸畑でCECと可給態リン酸含量が、無施用の圃場より増加した程度であり、他の地目や項目における効果は、判然としなかった。このことは施用農家割合が低いことや、リン酸質資材無施用の圃場でも、可給態リン酸含量が多いことからみて、農業技術者の指導の結果、土壌診断基準値をクリアしたので、これ以上施用する必要がないと、農

表6 リン酸質資材の施用が畑土壌の化学性に及ぼす影響

| 地目 | 施用の有無 | 周期 | 施用割合 | pH (H ₂ O) | CEC (me) | 可給態リン酸(mg) |
|-------|-------|----|------|-----------------------|----------|------------|
| 普通畑 | 施用 | 1巡 | 50 | 6.1 | 21.5 | 70 |
| | | 4巡 | 9 | 6.1 | 16.3 | 70 |
| | 無施用 | 1巡 | — | 5.8 | 18.5 | 81 |
| | | 4巡 | — | 5.8 | 18.3 | 94 |
| 飼料畑 | 施用 | 1巡 | 11 | 6.0 | 17.0 | 18 |
| | | 4巡 | 0 | — | — | — |
| | 無施用 | 1巡 | — | 5.8 | 18.4 | 24 |
| | | 4巡 | — | 6.8 | 19.5 | 66 |
| 施設園芸畑 | 施用 | 1巡 | 80 | 6.0 | 17.5 | 58 |
| | | 4巡 | 7 | 6.0 | 36.5 | 452 |
| | 無施用 | 1巡 | — | 5.3 | 17.5 | 78 |
| | | 4巡 | — | 5.7 | 23.2 | 220 |

- 1) 土壌の化学性は乾土100g当たり。
- 2) 施用割合は (施用農家数) / (全農家数) × 100。

家自身が判断したためと考えられる。しかしながら、農家が施用している肥料の形態から判断して、最近よく言われる土壌へのリン酸の集積は、リン酸質資材によるものではなく、N-P-K複合の化学肥料や有機物の施用あるいは作目の変更等によると推察される。

(3) 石灰質資材

1巡に比べ4巡の施用農家割合は、1巡と4巡を比較すると、普通畑で59%から18%に、飼料畑で44%から13%に、施設園芸畑で100%から43%とすべての畑土壌で減少した。これもリン酸質資材と同様に、農業技術者の指導の結果、土壌診断基準値をクリアしたので、これ以上施用する必要がないと、農家自身が判断したためと考えられる。

表7 石灰質資材の施用が畑土壌の化学性に及ぼす影響

| 地目 | 施用の有無 | 周期 | 施用割合 | pH (H ₂ O) | 交換性陽イオン(me) | | | 塩基飽和度 (%) |
|-------|-------|----|------|-----------------------|-------------|-----|-------|-----------|
| | | | | | Ca | Mg | K | |
| 普通畑 | 施用 | 1巡 | 59 | 6.0 | 11.6 | 3.8 | 85.8 | |
| | | 4巡 | 18 | 5.8 | 9.9 | 3.3 | 79.1 | |
| | 無施用 | 1巡 | — | 5.8 | 11.0 | 3.2 | 79.5 | |
| | | 4巡 | — | 5.8 | 9.2 | 2.4 | 71.4 | |
| 飼料畑 | 施用 | 1巡 | 44 | 5.9 | 13.9 | 3.5 | 139.4 | |
| | | 4巡 | 13 | 6.0 | 18.1 | 4.4 | 144.6 | |
| | 無施用 | 1巡 | — | 5.7 | 12.0 | 2.3 | 71.6 | |
| | | 4巡 | — | 5.6 | 4.8 | 1.3 | 38.0 | |
| 施設園芸畑 | 施用 | 1巡 | 100 | 5.9 | 11.9 | 3.6 | 96.1 | |
| | | 4巡 | 43 | 6.5 | 14.5 | 3.4 | 104.6 | |
| | 無施用 | 1巡 | — | — | — | — | — | |
| | | 4巡 | — | 5.7 | 13.0 | 3.2 | 83.6 | |

- 1) 土壌の化学性は乾土100g当たり。
- 2) 施用割合は (施用農家数) / (全農家数) × 100。

石灰質資材の施用効果として、すべての地目において、石灰質資材を施用した圃場は、無施用の圃場より pH (H₂O) が上昇し、交換性のカルシウム

とマグネシウムの含量が増え、塩基飽和度が高まっている。

4. 総合考察

今回（4巡）の調査で、すべての地目で深層化しているものの、作土の厚さが不足している地点が半分以上存在し、特に普通畑、飼料畑では仮比重が基準値を超過している地点が目立った。これは、有機物の施用割合の減少だけでなく、農家が耕起時間の短縮や作業能率向上などによって、ほとんどの農家がロータリー耕しか行っていないことが一因として考えられる。今後は、養分吸収のためのみならず、干害や倒伏対策として十分に根を張れるように、プラウなどで深耕し、作土の厚さの土壤診断基準値である20cm以上を確保する必要がある。また、有機物を施用し、深耕することにより、仮比重が低下し、孔隙率も増大し、排水性が良好になるなどの効果も期待できる。

土壌 pH は作物にとって最も重要な土壤環境因子である。特にばれいしょ畑では、そうか病対策として、石灰質資材の施用量が減少したために、pH が低い地点が増加した。今回のばれいしょ畑の調査地点は、輪作体系がほとんどであり、平均 pH (H₂O) が5.4であったが、ばれいしょ連作圃場ではそうか病対策として石灰質資材の施用を控えるため、pH (H₂O) 4.3~4.5の強酸性土壌が多く、このことが出芽不揃い、生育遅延、葉巻症状などの生理障害による収量低下とともに、交換性カルシウム欠乏による品質低下を引き起こしていると報告されている⁹⁾。今後は強酸性土壌のばれいしょ畑では塩基含量が不足しているの、土壤診断結果に基づいて、pH (H₂O) を4.8~5.0にもっていく必要がある。

また、施設園芸畑でも pH の低下が認められたが、これは交換性カルシウム含量が増加しているのに、CEC が腐植含量の増加とともに、もっと大きくなったため、相対的な指標である塩基飽和度が適正域まで高まらなかったためといえる。一方、飼料畑では1巡で土壌 pH が低かったため、石灰質資材が積極的に施用され、交換性カルシウム含

量が大幅に増加し、4巡では pH の高い地点が増加した。飼料畑では、今後、石灰質資材の施用を抑えながら、土壤改良を実施するのが望ましい。

また、交換性カリウム含量についても、すべての地目で上昇しており、かつ過剰傾向にある。カリウムは、確かに作物の要求量あるいは吸収量が窒素に劣らないくらい多い、重要な元素であるが、窒素、交換性カルシウム、交換性マグネシウムとの拮抗作用があるので、過剰に施用すると、作物体内の養分バランスが崩れ、それらの欠乏症状を引き起こす。特に飼料畑では、土壌中に交換性カリウムが過剰に存在すると、飼料作物体内のマグネシウムが欠乏し、それを食べた牛がグラス・テタニー症を引き起こすことはよく知られているところである。また、カリウムの施用に当たっては、家畜ふん尿由来の有機物からの供給量もかなりあることから、施肥の際は過剰になっていないか注意を要する。

可給態リン酸は、土壌中での移動性が小さいため作土に蓄積し易く、すべての地目で、その含量が上昇しており、特に施設園芸畑での集積が著しい。果菜類では、リン酸の過剰施用によって、果実の成熟が早くなりすぎたり、鉄、亜鉛、銅などの微量元素欠乏を誘発することが知られている¹⁴⁾。リン酸肥料やリン酸質資材は土壤診断により、可給態リン酸含量を把握したうえで、適正量を施用することが望まれる。しかしながら、本県においては、土壤診断基準値としての可給態リン酸の上限値を、いまだに設定していない。今後は省資源、環境保全の面からも、早急に設定すべきである。とりあえずは、可給態リン酸の上限値は、加藤らの土壤溶液論的考察⁹⁾に基づいた100mgを活用してきしつかえない。

以上のように、肥料成分のなかでもリン酸やカリウムの多量施用は、最近の産地間競争の激化にともなう農産物の高収量・高品質をねらったもの

と推察され、このことが、作土への過剰な養分蓄積を引き起こしたと考えられる。

したがって、今後は従来どおり、N-P-Kの3要素入り肥料を漠然と施用するのではなく、土壤診断結果に基づいて、足りない成分を補足する施肥管理に切り替える必要がある。また、肥料のやりすぎは、肥料のメインコントロールである窒素の過剰施用を意味する。すなわち、窒素の過剰施用は作物の過繁茂をまねき、茎葉が軟弱となり、倒伏したり、病害虫に侵されやすい作物をつくることになる。例えば、高橋らの著した「作物の要素欠乏過剰症」¹⁴⁾によると、トマトではカルシウムの吸収が悪くなり、尻腐れが多発する。イチゴでは果実の赤色がなかなかつかないし、甘味がのってこない。ハクサイでも、カルシウムの吸収が悪くなり、心腐れやアノコ症が多発する。牧草では体内に硝酸が集積し、それを食べた牛がメトヘモグロビン中毒を引き起こす等、様々な障害が記載されている。

さらに重要なことは、畑などの酸化状態では、無機化した窒素のほとんどが硝酸態窒素となり、この硝酸態窒素は土壤粒子に吸着されず、水に溶けやすいので、流亡、溶脱しやすい。窒素成分の集積した土壤条件では、降雨による窒素の溶脱が多くなるため、資源の無駄使いであるとともに、地下水汚染源にもなり、大きな環境問題へと発展しかねない¹²⁾。本県においても、地下水の実態が明らかになり、その対策として、有機物等による溶脱窒素の低減効果が示唆された¹⁾。また、窒素だけでなく、リン酸についても、水質汚濁、藻や赤潮の異常発生源として、水質汚濁防止法および関連法で規制対象となっている。

以上、1979年から1998年までの20年間を取りまとめた結果、本県の畑土壌の理化学性は地目によってその項目と程度は異なるが、ここ20年間、様々な変化してきていることが明らかになった。この変化に関係する要因のうち、有機物や無機質資材の施用は最も強く影響する要因であるとともに、その変化はそのまま現在までの農業情勢を反映していると考えられる。具体的には有機物は施設園

芸畑のように収益性の高い農業でほとんどの農家が施用していたのに対し、普通畑、飼料畑では栽培面積の規模や本県特有の圃場の立地条件が悪いことから、有機物施用の作業は重労働であり、生産コストを減らしたいなどの理由により施用農家割合が減少していた。またリン酸質資材、石灰質資材の施用農家割合は、すべての地目で減少しており、土壤改良を行わない、あるいは土壤診断の結果、必要としない農家が増加した。これは、化学肥料の普及と土壤中に養分が蓄積したことを農家が自覚したことの表れとも考えられるが、無機質資材の重さや経費節減の意識も働いていると推察される。以上のような人為的、社会的反応を経て、現在の土壌の理化学性が存在していると考えられる。

本報告で、有機物および無機質資材と土壌の理化学性の因果関係を明らかにした。当然のことながら、有機物は地力の向上に欠かすことのできない資材でもあるが、有機物もまた肥料の一部であることを忘れてはならない。そして畜種や副成分の種類などによって、肥料成分の量および放出パターンは様々である。最近では環境保全が声高に叫ばれ、農業だけが例外というわけにはいかない。窒素を中心として作物の養分吸収特性に応じた肥培管理を心掛けねばならない。その際、土壤診断結果に基づいた基肥の施用が基本となるが、現場での土壤分析法は、測定値の正確さよりむしろスピードが要求される。そのためにも、硝酸態窒素含量²⁾、可給態リン酸含量、交換性カルシウム含量³⁾、交換性マグネシウム含量⁴⁾、土壤腐植含量⁵⁾などの簡易分析法は強力な武器となり、土壤診断に対する農家意識の改善と併せて、現場へのスムーズな定着が望まれる。これらは環境保全型農業技術のひとつであり、生産活動を持続するための方法といえる。

このように、本県畑土壌の実態を調査し、畑地作土の理化学性について土壤診断基準値に適合しない過不足地点の存在が明らかになった。今後は、環境汚染対策を講じつつ、土壤診断結果に基づいた肥培管理を行うことが肝要である。

5. 摘 要

長崎県の畑土壌の理化学性の実態と20年間の経年変化を明らかにするため、1994～1998年(4巡)に実施した畑地の作土の土壌調査結果を1979～1984年(1巡)の調査時と比較した結果は、次のとおりである。

- ①作土の厚さは、すべての畑作物において半分以上の地点が不足し、特に普通畑、飼料畑では仮比重が高すぎる地点が目立った。
- ②土壌反応(pH)は、普通畑と施設園芸畑で低下する傾向にあった。
- ③可給態リン酸含量は、20年前と比べ、普通畑で122%、飼料畑で282%、施設園芸畑で381%とすべての地目で上昇した。
- ④交換性カリウム含量は、すべての地目で、過剰傾向にあり、20年前と比べ、普通畑で110%、飼料畑で142%、施設園芸畑で130%と上昇した。
- ⑤以上の結果から、今後の土壌管理は、作土の厚さを確保し、良質な有機物の施用を行うとともに、土壌診断に基づいて、窒素、リン酸、カリウム質肥料の適正な施肥に心掛けることが肝要である。

6. 引用文献

- 1) 井上勝広・太田孝彦：有機物および微生物資材による溶脱窒素の低減効果，九州農業研究，61（投稿中）
- 2) 井上勝広：小型反射式光度型による硝酸態窒素の簡易測定法，長崎の野菜，16，p47-54，長崎県野菜技術者協議会（1998）
- 3) 井上勝広：土壌の交換性カルシウムの比色定量法の適用，ながさき普及技術情報，16，p104-105，長崎県農業技術課（1997）
- 4) 井上勝広：土壌の交換性マグネシウムの比色定量法の適用，ながさき普及技術情報，16，p102-103，長崎県農業技術課（1997）
- 5) 井上勝広：土壌腐植のアルカリピロリン酸ナトリウムによる比色定量法の適用，ながさき普及技術情報，16，p106-107，長崎県農業技術課（1997）
- 6) 加藤秀正・岡 紀邦・藤沢 徹：各地の試験にみるリン酸の上限—土壌溶液論的考察，日本土壌肥料学会誌，58(5)，p549-555(1987)
- 7) 九州農政局農産普及課：九州・沖縄地域における農耕地土壌の実態と変化—定点調査結果からみた土壌の変遷，p65-82（1995）
- 8) 長崎県農林部：長崎県土づくり手引き書，p202-205（1985）
- 9) 長崎県農林部：高品質ばれいしょ生産の手引き，p30-40（1992）
- 10) 農水省農蚕園芸局農産課編：土壌環境基礎調査における土壌，水質及び作物体分析法（1979）
- 11) 長崎県総合農林試験場：地力保全基本調査総合成績書 I（1978）
- 12) 小川吉雄・石川 実・吉原 貢・石川昌男：畑地からの窒素の流出に関する研究，茨木農試特別研究報告，4，p 1-71（1979）
- 13) ペドロジスト懇談会編：土壌調査ハンドブック，p23-77（1985）
- 14) 高橋英一・吉野 実・前田正男：作物の要素欠乏過剰症，p90-97，養賢堂（1980）
- 15) 吉池昭夫：わが国耕地の地力の実態と変化，農業及び園芸，57，p110-116（1982）

Changes of Several Physico-chemical Properties of
Upland Soils in Nagasaki Prefecture.

Katsuhiko INOUE, Masahumi HUJIYAMA, Yukari MAEDA,
Yoshio ŌTU, Toshinori TANAKA

Summary

We were engaged in this research in order to analyze the present and the passing year changes of physico-chemical properties of upland field soils in Nagasaki prefecture and we compared results in 1994 to 1998 (the fourth period) with those of 1979 to 1984 (the first period).

- (1) The efficient depth of topsoil was shallow more than 50% fields.
- (2) There were many fields where the apparent specific gravity is too high in feed and ordinary field.
- (3) It was analyzed that the pH value of soils went down in the ordinary field and the field of green-house culture.
- (4) The content of available phosphate rose in all fields. The rising rate in the ordinary field, the feed field and the field of green-house culture between the first period and the fourth period was 122%, 282% and 381% respectively.
- (5) The content of exchange potassium was too high in all fields. The rising rate in the ordinary field, the feed field and the field of green-house culture between the first period and the fourth period was 110%, 142% and 130% respectively.
- (6) Based on these analytical results, we recommend plowing deeply, applying of matured compost and proper use of chemical fertilizer in soil management.