

大阪府における土地利用別の農地土壌の特性*

佐野修司・内山知二・辰巳 眞

Evaluation of Agricultural Soil Properties in Osaka Prefecture, Japan

Shuji SANO, Tomoji UCHIYAMA and Makoto TATSUMI

Summary

Properties of agricultural soils in Osaka Prefecture were evaluated, as a monitoring project of MAFF (Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries of Japan). Many nutrient elements were higher than optimum ranges; especially Trough-P in all land use and exchangeable Ca in greenhouse and grape. For soil C, the values of most soils were within optimum ranges, suggesting that agricultural soils in Osaka would have capacity of C sequestration. For the greenhouse soils, soluble ions were also evaluated. Calcium and sulfate accounted for more than a half of cations and anions respectively, indicating that to decrease the input of these elements and to remove them efficiently might be necessary to improve the high electrical conductivity in greenhouse soils.

I. はじめに

大阪府の農地土壌については、1960年代から農地土壌や農地管理の実態と変化を把握するために、主に農水省の事業の一環として継続した調査が行われている。このようなモニタリング調査は、農地環境の現状や変動傾向を明らかにし、今後の農業施策を考える上で必要な科学的な情報を得るために大変貴重かつ有用であり、それぞれの時代に応じて留意すべき問題点を中心に取りまとめられてきた。その結果を概観すると、1960年代から80年代にかけては、主に要素が欠乏傾向にあるとの報告が多く、柑橘園について強酸性を示し苦土が欠乏している実態¹⁾や心土の改良の必要性²⁾が報告され、水田については要素欠乏地図が取りまとめられている³⁾。90年代に入ると、水田において主に裏作の野菜への施肥による石灰やリン酸の増加が報告されるようになり⁴⁾、近年ではコンピュータの発達により多くの情報が扱いやすくなったことを背景として、データベース化の試み⁵⁾がなされたり、蓄積されたデータを活用して土壌特性値の関係が取りまとめられたり⁶⁾している。

2008年からは従来からのモニタリング調査事業に加え、「農地土壌由来温室効果ガス計測・抑制技術普及実証事

業」において、炭素含量を中心にさらに詳細な調査が行われている。大阪府では農地面積は小さいものの、土地利用は多岐にわたっており、府内約100地点において調査を行っている。

本報告では、2008年度の成果について、土地利用別に土壌特性を検討したほか、施設土壌については水溶性の塩類を中心に検討した結果を報告する。

II. 材料および方法

1. 土地利用別の土壌特性

大阪府の農耕地99地点から作土を採取した。土地利用別には、水田36点、畑15点、施設（野菜等）26点、樹園地12点、施設（ブドウ）10点であった。土壌型⁷⁾別には黄色土（30点）、灰色低地土（23点）、灰色台地土（21点）、褐色低地土（7点）、グライ低地土（5点）、低地水田土（4点）、褐色森林土（4点）、陸成未熟土（2点）、造成土（1点）、非アロフェン質黒ボク土（1点）、岩屑土（1点）に分類された。土壌調査は2008年8月から2009年1月にかけて作物収穫後に行ったが、数ヶ所ほど作付中に採取した地点もあった。採取した土壌について、pH、硝酸態窒素（堀場製作所 簡易メーター B-342）、

*本報の一部は、2009年度日本土壌肥料学会関西支部大会（2009年12月 高知）および第19回世界土壌科学会議（2010年8月 ブリスベン（オーストラリア））で発表した。

トルオーグリン酸、交換性塩基、全炭素含量を調べたほか、現地で100mlコアによる採取も行い仮比重の測定も行った。

得られたデータは、土地利用別に箱ひげ図で表示し、上ヒンジは25%値、下ヒンジは75%値とした。また適正值⁸⁾の設定のある項目については、上限と下限を太線で示した。

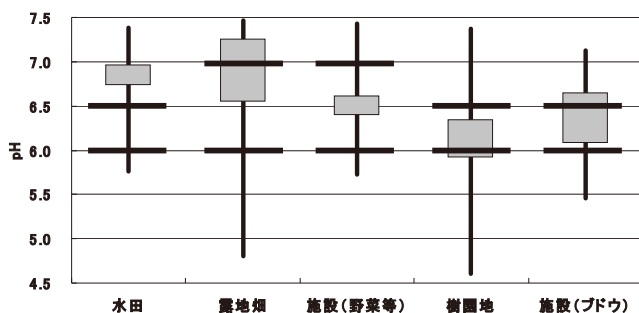
2. 施設土壌の水溶性塩類の特性

塩類集積が問題とされている施設土壌の実態を詳細に把握するために、野菜類、果菜類、花卉を栽培している施設の土壌試料26点について、以下の分析を行った。すなわち土液比1:5による水抽出液についてミリポアフィルターでろ過後、カチオンとしてカリウム、カルシウム、マグネシウム、ナトリウムを原子吸光度法で（日立原子分光光度計Z-6100）、アニオンとして塩化物イオン、硝酸イオン、硫酸イオンを液体クロマトグラフィー（日立L-7000シリーズ）で測定した。

Ⅲ. 結果および考察

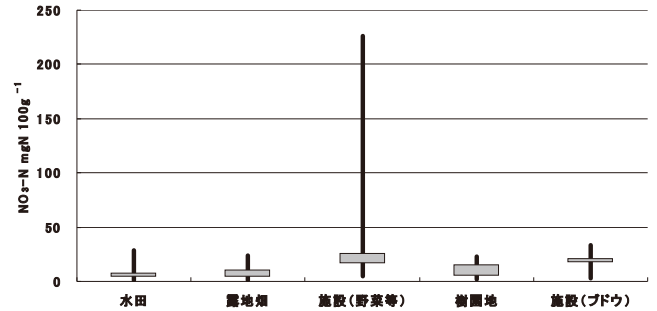
1. 土地利用別の土壌特性

第1図にpHについて土地利用別に箱ひげ図を示す。多くの土地利用において適正の範囲内であったものの、水田において大幅に高い傾向が見られた。これは主に、水稻の裏作でタマネギ、キャベツ、軟弱野菜等栽培する農家が多く、その際に石灰が施用されていることを反映していると思われる。



第1図 pHの分布

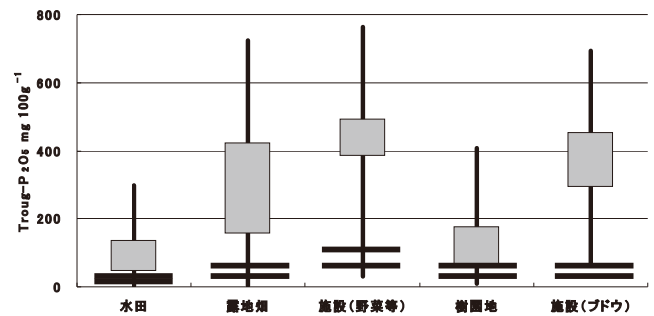
第2図に硝酸態窒素について土地利用別に箱ひげ図を示す。施設栽培（野菜等、ブドウ）において他より高い傾向が見られたが、施設ゆえ溶脱がないためであると考えられた。また土地利用の区分と分析方法は異なるものの、日本の農地土壌における平均値⁹⁾と比べると、どの土地利用でも高い傾向にあり、大阪府では日本の他の



第2図 硝酸態窒素の分布

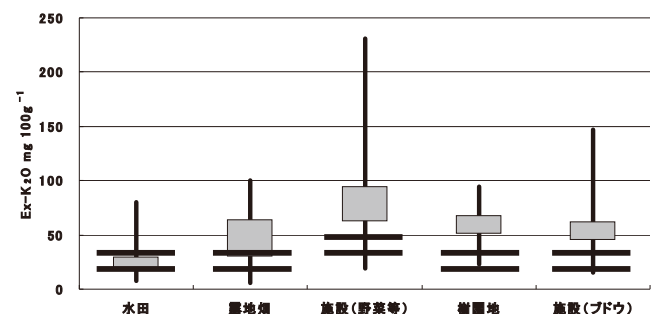
地域よりもかなり肥料の施用量が多いことが示唆された。

第3図にトルオーグリン酸について土地利用別に箱ひげ図を示す。どの土地利用においても、適正值よりも大幅に高かった。日本の農地土壌における値¹⁰⁾と比較しても非常に高い傾向が見られた。この結果は、効率的な施肥を考慮した場合、リン酸については大幅な施用量の削減が可能であることを示している。



第3図 トルオーグリン酸の分布

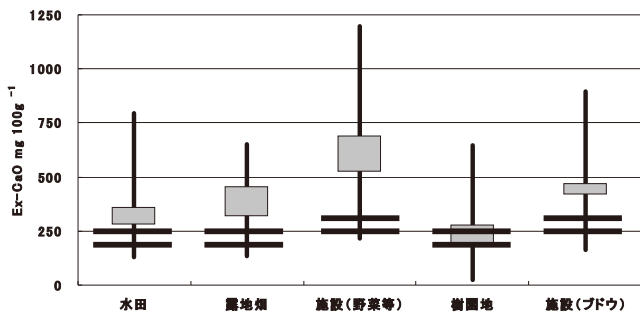
第4図に交換性カリウムについて土地利用別に箱ひげ図を示す。水田と露地畑ではそれぞれほぼ適正の範囲内および適正の範囲をまたいで高めであった。施設（野菜等）、樹園地、施設（ブドウ）では適正值より高めに分布していたが、リン酸ほどの大幅な超過ではなかった（樹園地は除く）。カリウムではリン酸ほどの適正值からの大幅な超過がみられなかったのは、カリウムはリン酸に



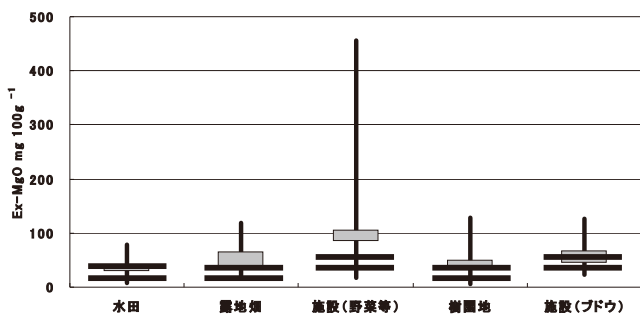
第4図 交換性カリウムの分布

比べ水に溶けやすく、溶脱しやすい上に、作物にも必要量以上に吸収されやすく（いわゆる「贅沢吸収」）、土壌中に残存するカリウムが低くなっているためと考えられる。カリウムもリンと同様に肥料原料価格が高騰しているが、土壌の交換性塩基のデータから判断すると、適正施肥を考慮する上でリン酸並みの大幅な減肥は行うべきではないと考えられた。また、トルオーグリン酸と異なり、日本の農地土壌における値¹¹⁾と比較したところやや低めであった。

第5図と第6図には、それぞれ交換性カルシウムとマグネシウムについて土地利用別に箱ひげ図を示す。カルシウムについては樹園地を除いて、どの土地利用でも適正範囲より高かったが、特に施設栽培（野菜等、ブドウ）において超過の割合が大きかった。マグネシウムについては、カルシウムと傾向は異なったものの、施設では大幅に超過する傾向が見られた。カルシウムとマグネシウムの値については日本の農地土壌における値¹¹⁾とほぼ同水準であり、全国的な傾向と一致していた。適正な農地管理のためには、石灰資材の投入量についても、施設栽培を中心に削減する必要があるといえる。

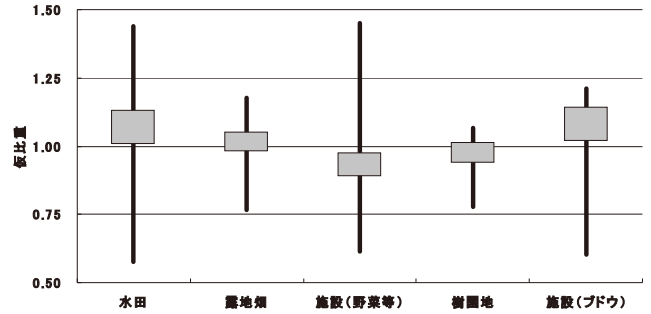


第5図 交換性カルシウム分布



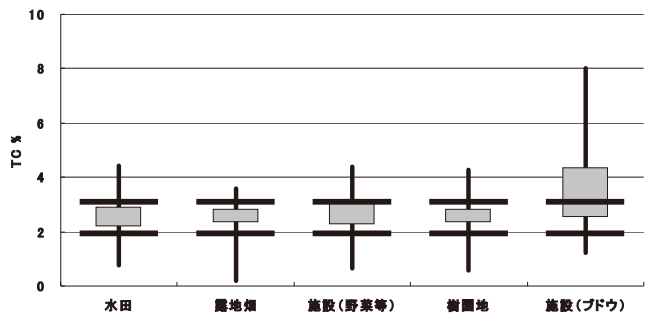
第6図 交換性マグネシウムの分布

第7図に仮比重について土地利用別に箱ひげ図を示す。水田と施設（ブドウ）ではやや高い傾向があり、施設（野菜等）では低い傾向が見られた。水田で高いのは、主にイネの収穫直後に採取した試料が多いため、コンバインによる踏圧を受けて、土壌粒子が密になっていたためと思われた。また仮比重に大きく影響をおよぼす有機物管



第7図 仮比重の分布

理の実態はそれほど変わらないにもかかわらず¹²⁾、樹園地に比べて施設（ブドウ）では高かったが、これはミカン、イチジク、クリなどの露地栽培を行う樹園地では雑草が繁茂し根の伸長により物理性が改善されている場合が多いのに対して、施設（ブドウ）では除草作業が頻繁に行われ雑草が少ないことが原因として考えられた。施設（野菜等）において低めであるのは、もみガラ堆肥、牛ふんおがくず堆肥、バーク堆肥など物理性を改善する効果の高い有機資材を投入する農家が多い¹²⁾ためと考えられた。



第8図 全炭素の分布

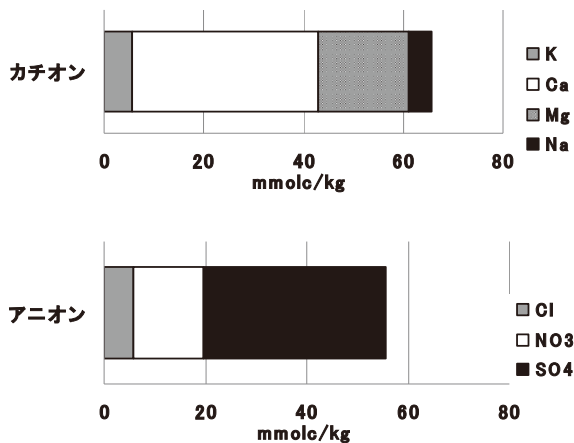
第8図に全炭素について土地利用別に箱ひげ図を示す。どの土地利用においても、施設（ブドウ）でやや高めのものが多かった以外は、ほぼ適正值の範囲におさまっていた。日本における調査結果¹³⁾と比較するとかなり低めであったが、これは大阪府には腐植含量の高い黒ボク土がほとんど分布しないためである（99地点中1地点）。しかし、有機資材の施用実態¹²⁾によると、水田やミカン、クリ、ブドウの栽培において堆肥の施用量が低い傾向が見られ、これらの土地利用を中心に堆肥の投入増による炭素貯留量の増加は充分可能であると考えられた。

なお、今回の成果は全炭素での評価であり、分解の受けやすさやそれに影響をおよぼすと考えられる物理化学的な形態⁹⁾については考慮していない。また分析に供試した試料は風乾後2mmのふるいを通した画分について行っており、粗大有機物を多く含むほ場などでは必ず

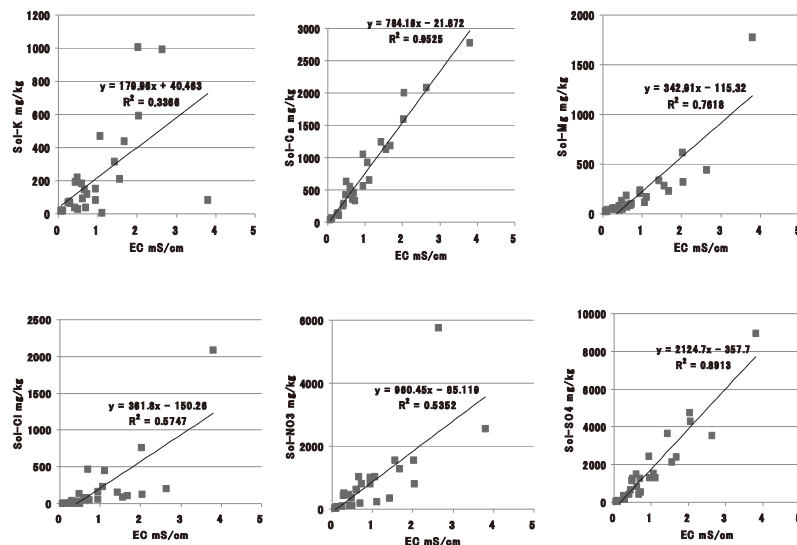
しも現場での状態を反映していない可能性がある¹⁴⁾。今後、より炭素貯留の効果を詳細に検討し、作物の生産性も含めて効果的な有機物施肥法を考察するためには、これらの点を踏まえた分析・解析を行うことが必要となる。

2. 施設土壌の水溶性塩類の特性

第9図に施設(野菜等)の水溶性画分のイオン組成を示す。カチオンの電荷総量がアニオンの電荷総量より高かったが、これはアニオンが主体の水溶性有機物について今回は考慮していないためと考えられた。カチオンの主体を占める元素はカルシウムであり、これは主に前述のとおり過剰な投入がなされた石灰資材に由来すると考えられた。これを反映してか、マグネシウムの存在量も多かった。アニオンについては、硫酸イオンが全電荷の7割近くを占めており、これは化成肥料中に含まれていたり含硫有機物の分解で生じたりする硫酸イオンが作物に吸収されず残存しているものと思われた。



第9図 水溶性画分のイオン組成



第10図 電気伝導度と各種カチオン、アニオン量との関係

第10図には電気伝導度 (EC) と主要カチオン、アニオンとの関係を示す。カルシウムと硫酸イオンがそれぞれカチオンとアニオンの主要な形態であることを反映して、両者とECとの間には密接な関係が見られた。また同様の理由でマグネシウムもECと高い相関関係を示した。硝酸イオンも比較的高い相関を示したものの、主にトマトを栽培しているほ場でECの値の割に硝酸態窒素の値が低い傾向が見られ、電気伝導度で硝酸態窒素含量を予測する際には留意しておくべき点であろう。

以上より、施設栽培土壌における主要な塩類は、水に溶けにくく移動性が低いカルシウムと硫酸イオンであることが示された。この知見は以前より多く報告されており^{15, 16, 17)}、施用する肥料を変えるなどの対策¹⁸⁾はあるものの、依然農地において大きな問題として残っているといえる。また今回のモニタリング調査の地点とは別のほ場ではあるが、水はけの悪い露地ほ場において、カルシウムと硫酸イオンの集積による塩類障害が発生している事例を確認しており、施設以外でも発生しうる問題であるということを付け加えておきたい。

一方で同じ施設において特別な管理を行わずに、20年近くの長い期間にわたり施設栽培を続けているほ場が見られるのも事実である。それらのほ場の中には、軟弱野菜などの生産に、エダマメやハゴボウといった地域特産の作物を組み込んだ輪作体系を行っているところもある。硝酸イオンの溶脱防止には作物の旺盛な蒸散による養分吸収が有効との報告¹⁹⁾もあることから、地上部が比較的大きな作物を輪作体系に組み込むことは、いわゆる連作障害の防止という点だけでなく、塩類障害の回避という点からも着目する必要があると思われる。

IV. 摘要

- 1) 大阪府の農耕地99地点から作土を採取し、各種理化学性について測定し主に土地利用別に検討した。
- 2) 土壌の炭素含量については平均2%前後と適正値の範囲内にあり、炭素貯留を考慮する余地は充分であると推察された。
- 3) その他の特性値については、土地利用による違いもあるものの、ほとんどの項目において適正範囲を上回る傾向が見られたが、その度合は項目ごとに異なっていた。多くの土地利用で、リン酸、交換態Caについては適正範囲を大幅に超えており、肥料由来リン酸の蓄積と、土壌実態を考慮しない石灰資材の投入を反映しているものと考えられた。その一方で、交換態カリウムでは超過の幅は小さく、施用量を減らす必要はあるものの、リンや石灰資材ほどの大幅な減肥は避ける方が安全であると考えられた。
- 4) 施設栽培（野菜・花きなど）について、水溶性のイオンを調査したところ、可溶性のイオンは、溶解性の低いカルシウムと硫酸イオンが主体であり、これらの動態について留意する必要がある。

最後になりましたが、調査にあたっては、大阪府農と緑の総合事務所農の普及課関係各位、および関係農家に大変お世話になりました。記して謝意を表します。

V. 参考文献

- 1) 前田正男・山本隆一郎・菊池重次・中塚紀行 (1964). 大阪府における柑橘園土壌の理化学的特性 [1] 和泉市の柑橘栽培概況と土壌の理化学性. 大阪農技セ研報. 1: 77-83.
- 2) 清水武・前田正男・吉村修一 (1978). ミカン園の要素欠乏調査 [I] - 泉北地域 -. 大阪農技セ研報. 15: 51-56.
- 3) 吉村修一 (1975). 府下の水田土壌の要素欠乏状況. 大阪農技セ研報. 12: 109-116.
- 4) 木村良仁・辰巳眞・吉村修一・森井正弘・内山知二・清水武・土山和英・平野隆生 (1992). 府下の耕地土壌の化学性・物理性の変化. 大阪農技セ研報. 28: 7-12
- 5) 辰巳眞 (1998). 府下の耕地土壌データベースの整備 - 過去18年間の環境基礎調査 -. 大阪“食とみどり”の新技术: 25-26
- 6) 大阪府立農林技術センター (2000). 土壌環境基礎調査4巡目とりまとめ - MO版 Ver.1.01 -. 大農技資第605号.
- 7) 農耕地土壌分類委員会 (1995). 農耕地土壌分類第3次改訂版. 農業環境技術研究所資料. 17: 1-79.
- 8) 兵庫県農政環境部農林水産局農業改良課 (2010). 土を知る (2) 土づくり基本技術 http://web.pref.hyogo.jp/af07/af07_000000010.html (2011年1月).
- 9) Sano S, Yanai J, and Kosaki T (2004). Evaluation of soil nitrogen status in Japanese agricultural lands with reference to land use and soil types. *Soil Sci. Plant Nutr.* 50: 501-511.
- 10) 小原洋・中井信 (2004). 農耕地土壌の可給態リン酸の全国的変動 : 農耕地土壌の特性変動(II). 土肥誌. 75: 59-67.
- 11) 小原洋・中井信 (2003). 農耕地土壌の交換性塩基類の全国的変動 : 農耕地土壌の特性変動(I). 土肥誌. 74: 615-622.
- 12) 内山知二・佐野修司・辰巳 眞・レオン愛・小原洋 (2011). 大阪府における施用有機物由来肥料成分の実態. 大阪環農水研報. 4:21-25.
- 13) Leon A, Obara H, Ohkura T, Shirato Y and Taniyama I (2009). A National Soil Survey Programme for Monitoring Soil Carbon Content and Soil Management in Japan. *Proceedings of 9th ESAFS, Seoul, Korea*: 418-419.
- 14) 内山知二・佐野修司・山本定博 (2010). 現状を反映した土壌診断技術体系化の試み - 調整方法が土壌炭素含量評価に及ぼす影響. 土肥関西支部会要旨集. 106: 9.
- 15) 吉村修一・伊藤清・赤木禎二・木村康・左手勝巳 (1972). ハウスナス連作土壌の対策調査 [I]. 大阪農技セ研報. 9: 87-98.
- 16) 宗林正・瀬崎滋雄・島康博・田中康隆 (1990). 施設栽培における硫酸高集積土壌の実態. 奈良農試研報. 21: 34-37.
- 17) 宗林正・西田一平・平岡美紀・木村桐・瀬崎滋雄 (1993). 奈良県における硫酸カルシウム集積土壌の分布とその特性. 奈良農試研報. 24: 55-61.
- 18) 山崎基嘉・植田正浩・中村隆・因野要一・橘田浩二・森下正博 (2004). コマツナ施設栽培における塩類集積回避型肥料の施肥による土壌溶液中の硫酸イオン・塩素イオン濃度. 大阪食とみどり技セ研報. 40: 41-43.
- 19) Hashimoto, M., Herai, Y., Nagaoka, T. and Kouno, K. (2007). Nitrate leaching in granitic regosol as affected by N uptake and transpiration by corn. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 53: 300-309.