

水田, 畑, 樹園地土壌化学性の因子分析による対比 : 佐賀県と熊本県農耕地土壌の事例

江頭, 和彦
九州大学農学部土壌学教室

<https://doi.org/10.15017/23324>

出版情報 : 九州大学農学部学藝雑誌. 44 (1/2), pp.55-63, 1989-11. 九州大学農学部
バージョン :
権利関係 :

水田, 畑, 樹園地土壌化学性の因子分析による対比 —佐賀県と熊本県農耕地土壌の事例—

江 頭 和 彦

九州大学農学部土壌学教室

(1989年8月10日 受理)

Characterization of Soil Chemical Properties of Paddy, Upland, and Orchard Fields by Factor Analysis —Case Study of Agricultural Lands of Saga and Kumamoto Prefectures—

KAZUHIKO EGASHIRA

Laboratory of Soils, Faculty of Agriculture,
Kyushu University 46-02, Fukuoka 812

結 言

佐賀県と熊本県の土壌環境基礎調査(定点調査)資料に因子分析を適用し, 水田と畑と樹園地土壌の化学性の対比を試みた。

土壌環境基礎調査(定点調査と基準点調査)は, 地力保全基本調査が終了したのち, 気象, 地形, 肥培管理などの自然的および人為的条件によって変化する土壌の実態を, 時系列的に総合的に把握し, 今後の農業生産と資源の保全に資することを目的として開始された。調査は国の事業として各県単位で行われ, 1回目の定点調査が昭和54年度に始められた。県内農耕地を四分し, 1地域1年の割りで調査が進められ, 昭和57年度で終了した。引き続き2回目の調査が昭和59年度から62年度まで, 1回目の調査と同じ定点で行われた。定点調査では, 調査対象定点について土壌実態調査(断面調査と理化学分析)と土壌管理実態調査(圃場管理や営農についてのアンケート調査)を行い, 国で集計後統計分析されることになっている。

因子分析は, 変量間の相関関係を少数個の潜在的な共通因子を考えることによって説明しようとする手法であり(田中ら, 1984), このことを利用して, 変量を互いに独立な, より少数の因子に集約することができる。さきに私は, 長崎県の土壌環境基礎調査(定点調査)で得られたデータに因子分析を適用した(江頭ら, 1988)。そして, 耕地土壌表層土の化学性・粒径組成が

土性に関係する性質, 土壌反応に関係する性質, 有機物量に関係する性質に集約されることを明らかにした。

しかし, 長崎県のときには, 水田と畑と樹園地のデータをいっしょにし, しかも1回目の調査だけのデータであった。今回は, 佐賀県と熊本県での資料をもとに, 水田, 畑, 樹園地に分けて化学性の分析データに因子分析を適用し, 抽出される共通因子を地目間で対比した。さらに, 1回目と2回目の調査のデータを対象にし, 抽出される共通因子の年次変化についても調べた。

因子分析に用いた資料のうち佐賀県の資料は佐賀県農業試験場池田一徹氏に, 熊本県の資料は熊本県農業研究センター久保研一氏に依頼して送付いただいた。因子分析のコンピュータ計算は, 九州大学農学部久原哲氏にお願いした。計算にはSPSSのコンピュータプログラムを用い, 九州大学大型計算機センターのFACOM M382 OSIV/F4を使用した。記して深甚なる謝意を表する。

解析に用いた資料

土壌環境基礎調査(定点調査)では, 県下全域にわたって, 佐賀県では66の, 熊本県では112の調査地区が選定され, 各地区内に5個所の調査地点が設定されている。1地区5個所の調査地点のうち1個所を重要定点, 残り4個所を一般定点とし, 重要定点については土壌断面調査並びに層位ごとの土壌分析(化学性と物理性)が, 一般定点については第1層の土壌分析が

なされている。重要定点を因子分析の対象とした。

佐賀県の66の重要定点のうち、37定点が水田、28定点が樹園地、1定点が畑であった。佐賀県では水田と樹園地の全重要定点を対象として、水田の昭和54～57年度が35定点、昭和59～62年度が37定点、樹園地がそれぞれ28と26定点のデータを因子分析に用いた。水田の土壌群は褐色低地土、灰色低地土、グライ土が主であり、樹園地は黄色土を中心とした。

熊本県では水田と畑を因子分析の対象とした。水田は灰色低地土およびグライ土と多湿黒ボク土および黒ボクグライ土に分けて分析し、畑は黒ボク土について因子分析した。熊本県の112の重要定点のうち、灰色低地土およびグライ土の水田は昭和54～57年度が34定点、昭和59～62年度が33定点であった。多湿黒ボク土および黒ボクグライ土の水田がそれぞれ16と18定点、黒ボク土の畑が32と30定点であった。

因子分析には、対象とした重要定点の表層土（第1層）の化学性を用いた。用いた性質はpH（水）、全炭素（%）、全窒素（%）、陽イオン交換容量（meq/100g）、交換性Ca、MgおよびK（meq/100g）、塩基飽和度（%）、リン酸吸収係数（mg/100g）、可給態リン酸（mg/100g）、可給態窒素（mg/100g）の11である。分析データは、佐賀県のは土壤保全対策事業成績抄録から抜粋し、熊本県のは土壤分析成績表から抜粋した。

解 析 結 果

1. 佐賀県の水田と樹園地土壌化学性の因子分析

相関行列から出発して、佐賀県の水田と樹園地土壌表層土の化学性に因子分析を適用し、固有値が1以上の共通因子を抽出した（表1）。いずれの場合にも3因子が抽出された。因子3までの累積寄与率は、水田土壌の昭和54～57年度が69.7%、昭和59～62年度が74.1%、樹園地土壌の昭和54～57年度が73.7%、昭和59～62年度が80.1%であった。言い換えれば、それぞれ30.3、25.9、26.3、19.9%の情報を犠牲にして、11変量を3因子に集約できた。

表1に、バリマックス回転後の因子負荷量と共通性を挙げる。因子分析では、因子軸回転の不定性に基づき、単純構造（いくつかの変量の因子負荷量の絶対値は大きく、残りの変量の因子負荷量はゼロに近い形）を得て共通因子の実質科学的な意味づけができるように、いったん得られた因子軸の回転を行う（田中ら、1984）。因子軸の回転には直交回転と斜交回転がある。バリマックス回転は直交回転のひとつであり、回転後の因子も直交する。共通性は{1-残差分散}を言い、各

変量の分散のうち抽出された共通因子によって説明される部分を表わしている。

水田土壌の昭和54～57年度の因子負荷量についてみると、因子負荷量は因子1では陽イオン交換容量、交換性Ca、MgおよびK、リン酸吸収係数が高かった。因子2では因子負荷量はpHと塩基飽和度が高く、因子3では全炭素と全窒素が高かった。同じようにして水田土壌の昭和59～62年度、樹園地土壌の昭和54～57年度と昭和59～62年度についてみていくと、4つの全てに共通して、pH、全炭素・全窒素、リン酸吸収係数が互いに異なる因子において高い因子負荷量を示し、残る因子では低い因子負荷量しか示さないことがわかった。即ち、水田土壌では昭和54～57年度、59～62年度とも、因子1ではリン酸吸収係数の、因子2ではpHの、因子3では全炭素・全窒素の因子負荷量が高かった。樹園地土壌の昭和54～57年度では、因子1でpH、因子2でリン酸吸収係数、因子3で全炭素・全窒素の因子負荷量が高く、昭和59～62年度では因子1でpH、因子2で全炭素・全窒素、因子3でリン酸吸収係数の因子負荷量が高かった。

佐賀県の土壤環境基礎調査（定点調査）では、水田は褐色低地土、灰色低地土、グライ土が主であり、樹園地は黄色土を中心とするので、リン酸吸収係数は土壌の粘土の量（土性）に、pHは土壤反応に、全炭素・全窒素は有機物量に関係づけられる。したがって、表1の各因子は、因子負荷量がリン酸吸収係数、pH、全炭素・全窒素のいずれで高いかに応じて、それぞれ土性を表わす因子、土壤反応を表わす因子、有機物量を表わす因子であると解釈できる。長崎県の耕地土壌（黄色土と赤色土を中心に黒ボク土、褐色低地土、灰色低地土、グライ土から成る）でも、因子分析の結果、表層土の化学性・粒径組成は土性因子、土壤反応因子、有機物量因子の3つに集約された（江頭ら、1988）。

2. 佐賀県の水田と樹園地土壌の変量間相互関係

図1に、表1の結果に基づいて作成した、佐賀県の水田と樹園地土壌表層土における化学性変量間の相互関係を示す。土性、土壤反応、有機物量を表わす因子を3つの円で表わしている。各円は互いに一部で重なり合っている。どの因子と最も高い因子負荷量を示すかによって、各変量の所属を決めている。変量が2つあるいは3つの因子で近い大きさの因子負荷量を与えるときは、対応した円の重なり部分に置いた。

水田土壌の昭和54～57年度では、リン酸吸収係数、陽イオン交換容量、交換性Ca、MgおよびKの5つの変量が土性に関係づけられた。pHと塩基飽和度と可

表1 佐賀県の水田と樹園地土壌表層土の化学性の因子負荷行列

変 量	水 田 土 壌							
	昭 和 54 ~ 57 年 度				昭 和 59 ~ 62 年 度			
	因 子 負 荷 量			共 通 性	因 子 負 荷 量			共 通 性
	因 子 1	因 子 2	因 子 3		因 子 1	因 子 2	因 子 3	
pH (水)	0.28	0.93	-0.14	0.97	-0.07	0.83	-0.14	0.72
全 炭 素	0.15	-0.05	0.88	0.80	0.25	-0.02	0.74	0.61
全 窒 素	0.02	0.24	0.88	0.83	0.27	0.29	0.92	0.99
陽イオン交換容量	0.95	-0.28	0.03	0.97	0.87	0.24	0.31	0.91
交 換 性 Ca	0.80	0.44	0.26	0.90	0.57	0.71	0.29	0.92
交 換 性 Mg	0.74	0.13	0.25	0.62	1.00	0.02	0.00	1.00
交 換 性 K	0.68	0.30	0.06	0.55	0.66	0.42	0.09	0.62
塩 基 飽 和 度	0.01	0.67	0.27	0.52	0.02	0.61	-0.09	0.38
リン酸吸収係数	0.79	-0.33	-0.17	0.76	0.75	-0.14	0.21	0.62
可 給 態 リン 酸	-0.11	0.60	0.12	0.39	0.46	0.62	0.29	0.67
可 給 態 窒 素	0.05	0.10	0.58	0.35	-0.04	-0.37	0.76	0.71
変 量	樹 園 地 土 壌							
	昭 和 54 ~ 57 年 度				昭 和 59 ~ 62 年 度			
	因 子 負 荷 量			共 通 性	因 子 負 荷 量			共 通 性
	因 子 1	因 子 2	因 子 3		因 子 1	因 子 2	因 子 3	
pH (水)	0.93	-0.10	-0.17	0.91	0.80	-0.23	-0.31	0.78
全 炭 素	-0.32	0.17	0.85	0.85	-0.17	0.91	0.24	0.92
全 窒 素	-0.18	0.28	0.92	0.95	-0.18	0.96	0.22	1.00
陽イオン交換容量	0.02	0.86	0.30	0.84	-0.03	0.63	0.77	0.98
交 換 性 Ca	0.75	0.52	0.23	0.90	0.89	0.11	0.29	0.90
交 換 性 Mg	0.44	0.65	0.02	0.61	0.80	0.02	0.37	0.77
交 換 性 K	0.49	0.56	0.41	0.72	0.55	0.05	0.51	0.56
塩 基 飽 和 度	0.93	0.11	-0.05	0.87	0.88	-0.21	-0.34	0.94
リン酸吸収係数	-0.06	0.84	0.18	0.74	0.06	0.17	0.82	0.70
可 給 態 リン 酸	0.37	0.12	0.45	0.35	0.24	0.74	-0.08	0.61
可 給 態 窒 素	0.16	0.09	0.57	0.36	-0.16	0.67	0.42	0.64

給態リン酸は土壌反応に、全炭素と全窒素と可給態窒素は有機物量に関係づけられた。水田土壌の昭和59~62年度では、交換性Caと可給態リン酸が土性と土壌反応の両方に関係した以外、昭和54~57年度と同じであった。

樹園地土壌の昭和54~57年度では、リン酸吸収係数と陽イオン交換容量が土性に、pHと塩基飽和度と交換性Caが土壌反応に、全炭素と全窒素と可給態窒素が有機物量に関係づけられた。交換性Mgは土性と土壌反応に、交換性Kは土性、土壌反応、有機物量のいずれにも、可給態リン酸は土壌反応と有機物量に関係した。樹園地土壌では、水田土壌に比べてより多くの変量が土壌反応あるいは有機物量と関係づけられた。水田土壌では土性と関係した変量が最も多く、この点で水田と樹園地土壌は異なった。耕地土壌の土壌反応

と有機物量は肥培管理によって影響されるので、その意味では樹園地土壌の化学性は肥培管理の所産と言えるかもしれない。

樹園地土壌の昭和59~62年度では、リン酸吸収係数を除いた全ての変量が、少なくとも一部は土壌反応あるいは有機物量と関係した。そのなかで、交換性Ca、MgおよびKは土壌反応に、可給態窒素、可給態リン酸と陽イオン交換容量は有機物量に関係づけられた。交換性陽イオン、特にCaの施用が塩基飽和度を高め、pHを上昇させたのに対し、リン酸資材は有機質資材と並行して施用され、かつ有機質資材の施用が陽イオン交換容量の増加につながったのではないかと考えられる。

3. 熊本県の水田と畑土壌化学性の因子分析
 相関行列から出発して、熊本県の水田と畑土壌表層

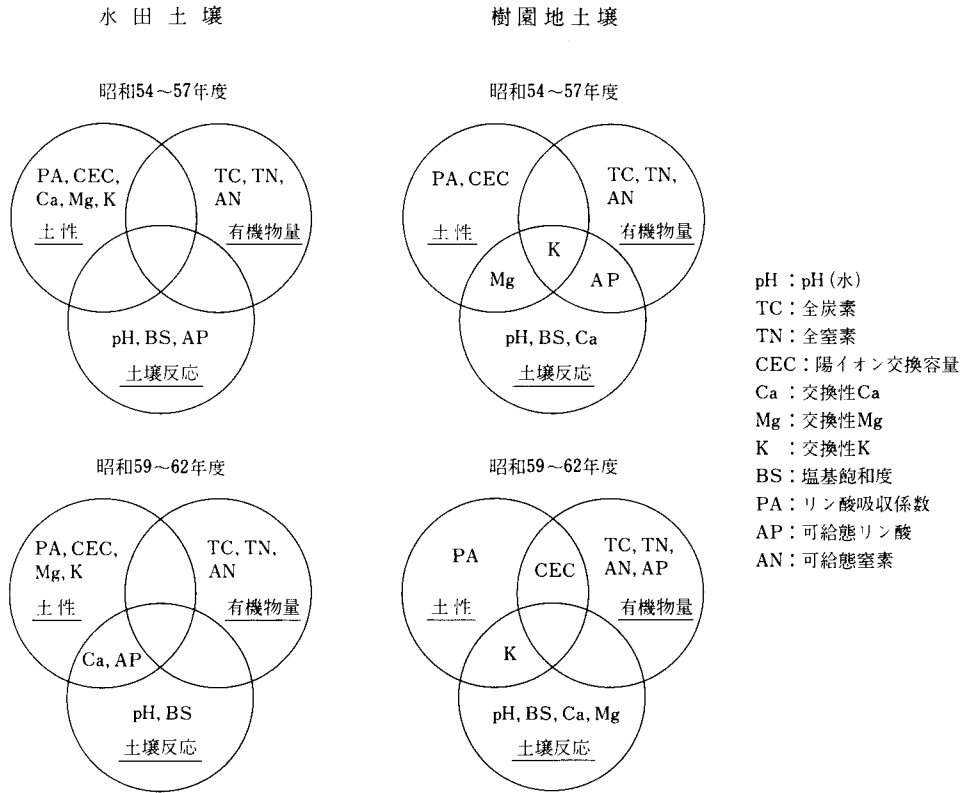


図1 佐賀県の水田と樹園地土壤表層土における変量間の相互関係

土の化学性に因子分析を適用し、固有値が1以上の共通因子を抽出した(表2)。水田土壤(灰色低地土・グライ土)の昭和54～57年度で4因子、それ以外では3因子が抽出された。抽出された因子までの累積寄与率は、水田土壤(灰色低地土・グライ土)の昭和54～57年度が78.8%、昭和59～62年度が74.9%、水田土壤(多湿黒ボク土・黒ボクグライ土)の昭和54～57年度が72.4%、昭和59～62年度が73.4%、畑土壤(黒ボク土)の昭和54～57年度が84.8%、昭和59～62年度が76.9%であった。

表2に、バリマックス回転後の因子負荷量と共通性を挙げる。因子負荷量の大きさに基づいて、各因子の解釈を行った。水田土壤(灰色低地土・グライ土)の昭和54～57年度の最初の3因子と昭和59～62年度では、因子1で全炭素・全窒素、因子2でpH、因子3でリン酸吸収係数の因子負荷量が高く、佐賀県の水田および樹園地土壤と同じように、因子1は有機物量、因子2は土壌反応、因子3は土性を表わすと解釈できた。水田土壤(灰色低地土・グライ土)の昭和54～57年

度の因子4についてみると、因子負荷量は交換性Kと可給態リン酸でそれぞれ0.69、0.63と最も高かった。このふたつの変量はいずれも可給態の植物養分量を表わしている。そしてそれが有機物量にも、土壌反応にも、土性にも関係していないことから、水溶性の状態が存在しているのではないかと考えられる。したがって、因子4は土壤溶液に関係した因子、具体的には土壤溶液の濃度を表わす因子と解釈した。

水田土壤(多湿黒ボク土・黒ボクグライ土)の昭和54～57年度および59～62年度では、因子1の因子負荷量が全炭素、全窒素、陽イオン交換容量、リン酸吸収係数が高く、いずれも0.85以上であった。このことから、因子1は有機物量を表わしていると解釈した。因子2の因子負荷量は、昭和54～57年度には交換性MgおよびKと可給態リン酸が高く、昭和59～62年度には塩基飽和度と可給態リン酸で高かった。因子2で高い因子負荷量を示す変量は、年次により異なっているけれども、もっぱら可給態の植物養分量を表わす変量であり、かつ有機物量、土性あるいは土壌反応に

対応すると思われる変量の因子負荷量が低いことから、
 因子2は土壤溶液の濃度を表わす因子であると解釈し
 た。因子3ではpHの因子負荷量が比較的高く、因子
 3は土壤反応を表わすと解釈した。

表2 熊本県の水田と畑土壤表層土の化学性の因子負荷行列

変 量	水 田 土 壤 (灰色低地土, グライ土)								
	昭 和 54 ~ 57 年 度					昭 和 59 ~ 62 年 度			
	因 子 負 荷 量				共通性	因 子 負 荷 量			共通性
	因子1	因子2	因子3	因子4		因子1	因子2	因子3	
pH (水)	0.12	0.78	0.06	0.19	0.67	0.18	0.57	-0.10	0.37
全炭素	0.93	0.04	0.21	0.12	0.92	0.93	0.03	0.27	0.94
全窒素	0.93	-0.03	0.08	0.11	0.88	0.88	0.15	0.22	0.85
陽イオン交換容量	0.34	-0.04	0.90	0.12	0.94	0.48	0.06	0.84	0.94
交換性 Ca	0.27	0.45	0.81	-0.01	0.93	0.24	0.73	0.59	0.93
交換性 Mg	-0.09	0.10	0.83	0.01	0.71	-0.20	0.55	0.60	0.70
交換性 K	0.00	0.12	0.71	0.69	1.00	0.10	0.09	0.70	0.51
塩基飽和度	-0.06	0.70	0.53	-0.15	0.80	-0.20	0.97	0.14	1.00
リン酸吸収係数	0.48	-0.04	0.70	-0.10	0.74	0.47	0.14	0.69	0.72
可給態リン酸	0.19	0.15	-0.03	0.63	0.45	-0.15	0.76	0.31	0.70
可給態窒素	0.21	-0.62	0.08	-0.43	0.63	0.72	-0.24	0.04	0.57
変 量	水 田 土 壤 (多湿黒ボク土, 黒ボクグライ土)								
	昭 和 54 ~ 57 年 度					昭 和 59 ~ 62 年 度			
	因 子 負 荷 量			共通性	因 子 負 荷 量			共通性	
	因子1	因子2	因子3		因子1	因子2	因子3		
pH (水)	0.16	-0.23	0.52	0.34	0.09	0.01	0.86	0.75	
全炭素	0.96	-0.05	0.02	0.92	0.98	-0.02	-0.04	0.97	
全窒素	0.93	-0.03	-0.07	0.87	0.90	-0.07	-0.29	0.90	
陽イオン交換容量	0.94	0.23	0.08	0.93	0.90	0.26	0.18	0.90	
交換性 Ca	0.64	0.47	0.53	0.92	0.62	0.50	0.52	0.90	
交換性 Mg	-0.01	0.73	0.27	0.61	0.37	0.56	0.57	0.77	
交換性 K	0.01	0.72	-0.16	0.54	-0.06	0.58	0.01	0.34	
塩基飽和度	-0.51	0.53	0.67	0.99	0.10	0.77	0.55	0.90	
リン酸吸収係数	0.86	-0.23	0.15	0.82	0.88	-0.32	0.15	0.90	
可給態リン酸	0.02	0.82	0.05	0.67	-0.07	0.68	0.09	0.47	
可給態窒素	-0.03	0.57	-0.12	0.34	0.22	-0.16	-0.42	0.25	
変 量	畑 土 壤 (黒ボク土)								
	昭 和 54 ~ 57 年 度					昭 和 59 ~ 62 年 度			
	因 子 負 荷 量			共通性	因 子 負 荷 量			共通性	
	因子1	因子2	因子3		因子1	因子2	因子3		
pH (水)	0.15	0.09	0.93	0.90	0.01	0.72	0.07	0.53	
全炭素	0.97	-0.01	0.17	0.96	0.99	-0.05	0.03	0.98	
全窒素	0.93	0.03	0.17	0.89	0.94	-0.09	0.07	0.90	
陽イオン交換容量	0.80	0.25	0.45	0.91	0.71	0.46	0.47	0.94	
交換性 Ca	0.51	0.45	0.70	0.94	0.45	0.78	0.42	0.99	
交換性 Mg	0.45	0.72	0.46	0.92	0.36	0.77	0.34	0.85	
交換性 K	0.24	0.65	0.48	0.71	0.05	0.27	0.96	0.99	
塩基飽和度	0.20	0.58	0.76	0.95	0.08	0.88	0.35	0.90	
リン酸吸収係数	0.85	0.02	0.05	0.73	0.81	0.27	0.21	0.77	
可給態リン酸	-0.24	0.77	0.28	0.72	-0.24	0.46	0.14	0.29	
可給態窒素	0.05	0.83	-0.01	0.70	0.13	0.19	0.51	0.32	

畑土壤（黒ボク土）についてみると、昭和54～57年度の因子1では、因子負荷量は全炭素、全窒素、陽イオン交換容量、リン酸吸収係数が高く、因子1は有機物量を表わしていると解釈できた。因子2では、交換性MgおよびKと可給態リン酸の因子負荷量が高かった。水田土壤（多湿黒ボク土・黒ボクグライ土）の昭和54～57年度の因子2との対応から、畑土壤（黒ボク土）の因子2も土壤溶液の濃度を表わすと解釈した。因子3ではpHの因子負荷量が高く、因子3は土壤反応を表わしていると解釈した。畑土壤（黒ボク土）の昭和59～62年度については、昭和54～57年度と同じようにして、因子1が有機物量、因子2が土壤反応、因子3が土壤溶液濃度を表わしていると解釈できた。

4. 熊本県の水田と畑土壤の変量間相互関係

図2に、表2の結果に基づいて、佐賀県の土壤と同じ要領で作成した、熊本県の水田と畑土壤表層土にお

ける化学性変量間の相互関係を示す。水田土壤（灰色低地土・グライ土）では、土性、土壤反応、有機物量を表わす因子を3つの円で表わしている。昭和54～57年度の因子4は省いている。それ故、因子4とのみ高い因子負荷量を示した可給態リン酸は図示していない。水田土壤（多湿黒ボク土・黒ボクグライ土）と畑土壤（黒ボク土）では、土壤溶液濃度、土壤反応、有機物量を表わす因子を3つの円で表わしている。

水田土壤（灰色低地土・グライ土）の昭和54～57年度では、可給態リン酸を除く10変量が、リン酸吸収係数、陽イオン交換容量、交換性Ca、MgおよびKは土性に、pHと可給態窒素は土壤反応に、全炭素と全窒素は有機物量に関係づけられた。塩基飽和度は土性と土壤反応の両方に関係した。可給態窒素が土壤反応と関係したことで、可給態リン酸が土性、土壤反応、有機物量のいずれにも関係しなかったことにおいて、佐賀県

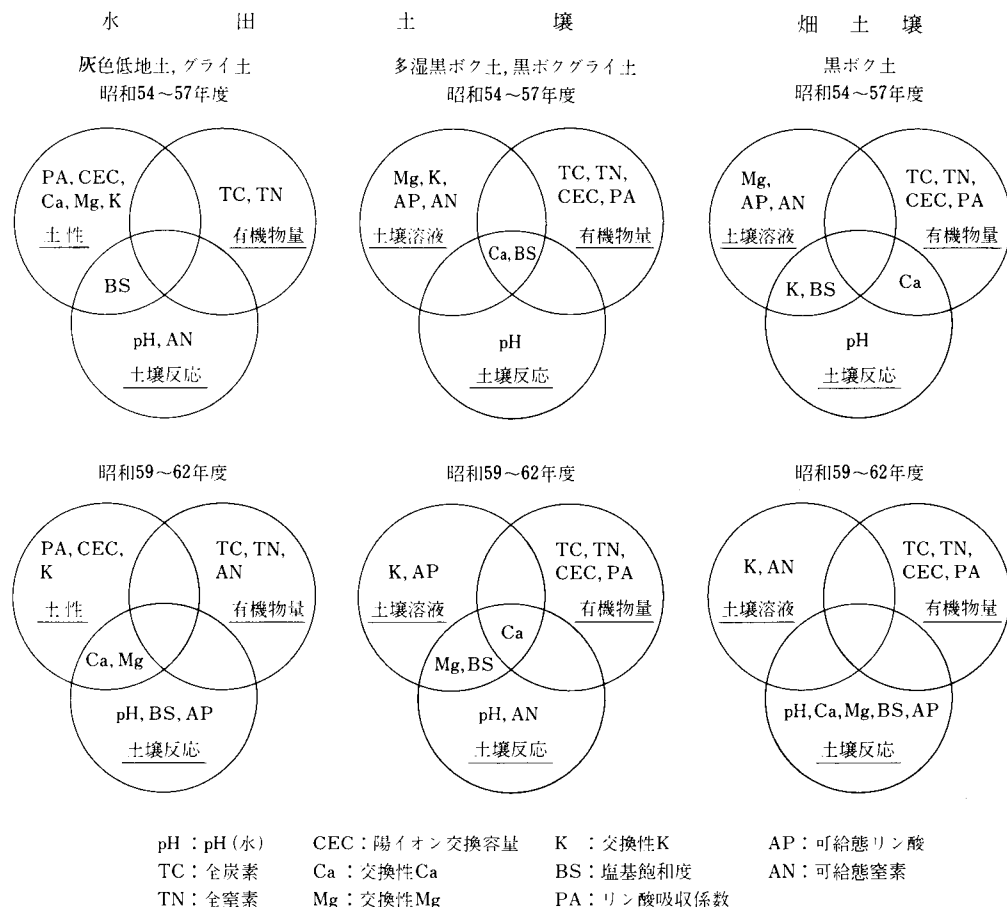


図2 熊本県の水田と畑土壤表層土における変量間の相互関係

の水田土壌と異なった。昭和59～62年度の変量間相互関係は、佐賀県の水田土壌でみられた関係と基本的には同じであった。交換性CaとMgが土性と土壌反応の両方に関係し、交換性Kは土性に、可給態リン酸は土壌反応に、可給態窒素は有機物量に関係した。

水田土壌（多湿黒ボク土・黒ボクグライ土）についてみると、昭和54～57年度では、交換性MgおよびK、可給態リン酸、可給態窒素が土壌溶液に、pHが土壌反応に、全炭素、全窒素、陽イオン交換容量、リン酸吸収係数が有機物量に関係し、交換性Caと塩基飽和度が土壌溶液、土壌反応、有機物量の3ついずれにも関係した。昭和59～62年度では、交換性Kと可給態リン酸が土壌溶液に、pHと可給態窒素が土壌反応に、交換性Mgと塩基飽和度が土壌溶液と土壌反応の両方に、全炭素と全窒素と陽イオン交換容量とリン酸吸収係数が有機物量に、交換性Caが土壌溶液、土壌反応、有機物量の3つに関係づけられた。

水田土壌（多湿黒ボク土・黒ボクグライ土）でみられた変量間相互関係は、土性因子の代りに土壌溶液因子が抽出されたこともあって、水田土壌（灰色低地土・グライ土）の相互関係とは異なった。ひとつは、灰色低地土・グライ土ではリン酸吸収係数・陽イオン交換容量と全炭素・全窒素が別れてそれぞれ土性と有機物量に関係したのに対して、多湿黒ボク土・黒ボクグライ土ではこの4つの変量が密に相関し、有機物量に関係した。二つ目は、交換性Ca、MgおよびKが、灰色低地土・グライ土では土壌の交換基数（土性）と関係したのに対して、多湿黒ボク土・黒ボクグライ土では交換基数（有機物量）とはほとんど関係しなかった。三つ目は、佐賀県の水田土壌まで含めた場合、灰色低地土・グライ土では交換性Ca、MgおよびKが土性に、可給態リン酸が土壌反応に、可給態窒素が有機物量にもつばら関係したのに対して、多湿黒ボク土・黒ボクグライ土ではこれら5つの変量は土壌溶液あるいは土壌反応にもつばら関係した。

畑土壌（黒ボク土）の変量間相互関係は、水田土壌（多湿黒ボク土・黒ボクグライ土）でみられた関係と基本的には同じであった。全炭素、全窒素、陽イオン交換容量、リン酸吸収係数の4変量は常に有機物量と関係した。pHは土壌反応に関係した。それ以外の、交換性Ca、MgおよびK、塩基飽和度、可給態リン酸、可給態窒素は、昭和54～57年度の交換性Caを除いて、土壌溶液と土壌反応のいずれか一方あるいは両方に関係した。これらの変量は昭和54～57年度には土壌溶液と関係し、昭和59～62年度には土壌反応との関係

が相対的に強くなる傾向をみせた。この傾向は畑土壌（黒ボク土）と水田土壌（多湿黒ボク土・黒ボクグライ土）に共通して認められたけれども、畑土壌でより顕著であった。交換性陽イオンや可給態のリン酸、窒素など植物養分量に関係した変量は、集約的な肥培管理が進むにつれて土壌反応とより強く対応するようになり、その対応は畑土壌でより直接的ではないかと予想される。

考 察

因子分析を用いて、耕地土壌表層土の化学性11変量（pH、全炭素、全窒素、陽イオン交換容量、交換性Ca、MgおよびK、塩基飽和度、リン酸吸収係数、可給態リン酸、可給態窒素）の集約を行った。抽出された共通因子の違いから、いわゆる火山灰土壌と非火山灰土壌に大きく分けることができた。

非火山灰土壌には、佐賀県の水田土壌（褐色低地土・灰色低地土・グライ土）と樹園地土壌（黄色土）、熊本県の水田土壌（灰色低地土・グライ土）が含まれた。水田と樹園地土壌を問わずいずれの場合にも、抽出された3因子は、それぞれ土性を表わす因子、土壌反応を表わす因子、有機物量を表わす因子と解釈することができた。したがって、用いた化学性11変量は、土性に関係する性質、土壌反応に関係する性質、有機物量に関係する性質に大きく集約されると言える。熊本県水田土壌の昭和54～57年度のみ、3因子に加えて土壌溶液濃度を表わすと解釈された因子が抽出された。ある植物養分の施肥直後など、対応する変量の土壌溶液中の濃度が一時的に高まり、土性にも、土壌反応にも、有機物量にも関係しない状態が生み出されたのではないかと考えられる。

11変量のうち、リン酸吸収係数は土性を表わす因子の、pHは土壌反応を表わす因子の、全炭素と全窒素は有機物量を表わす因子の指標変量とみなすことができた。水田土壌では陽イオン交換容量も土性因子の指標変量となりえた。交換性Ca、MgおよびKと可給態リン酸および窒素は可変変量で、地目に応じて異なった因子と関係した。水田土壌では、交換性Ca、MgおよびKはもつばら土性を表わす因子に関係した。交換性CaとMgは、これら陽イオンを含む資材の集約的な施用がなされれば、土壌反応とも関係する傾向をみせた。可給態リン酸は土壌反応に、可給態窒素は有機物量にもつばら関係した。樹園地土壌では、交換性Ca、Mg、Kは土壌反応に最も強く関係した。交換性Kは土性あるいは有機物量を表わす因子とも少なからず関

係した。可給態リン酸および窒素は有機物量を表わす因子との関係が強かった。

火山灰土壌には、熊本県の水田土壌(多湿黒ボク土・黒ボクグライ土)と畑土壌(黒ボク土)が含まれた。両方の土壌とも3因子が抽出され、抽出された3因子は、土壌溶液の濃度を表わす因子、土壌反応を表わす因子、有機物量を表わす因子と解釈することができた。非火山灰土壌の土性因子の代わりに、火山灰土壌では土壌溶液濃度を表わす因子が抽出された。このことは、火山灰土壌では固相率が低く、とりわけ粘土の寄与が小さく、液相率が高いことを反映していると思われる。

11変量のうち、pHは土壌反応を表わす因子の指標変量とみなすことができた。全炭素、全窒素、陽イオン交換容量、リン酸吸収係数はいずれも有機物量を表わす因子の指標変量となりえた。土壌溶液濃度を表わす因子の指標変量は、用いた11変量のなかには見出せなかった。それ以外に求めるとすれば、土壌けんだく液あるいは飽和抽出液の電気伝導度が土壌溶液濃度因子の適当な指標変量となるかもしれない。交換性Ca、MgおよびK、可給態リン酸および窒素は可変変量であり、土壌溶液濃度因子あるいは土壌反応因子と関係した。有機物量因子との関係は、交換性Caを除いてみられなかった。このことは、火山灰土壌の肥沃度に対する固相の寄与が小さいことを示す。可変変量が土壌溶液濃度因子と土壌反応因子のいずれと関係するかは変量ごとに異なり、必ずしも明確ではなかった。変量間の違いよりもむしろ施肥量あるいは施肥方法の違いにより強く対応していると思われ、集約的施用が行われた場合に土壌反応により強く関係するのではないかと予想された。

要 約

佐賀県と熊本県の土壌環境基礎調査(定点調査)で得られた化学性分析データに因子分析を適用し、水田と樹園地土壌(佐賀県)および水田と畑土壌(熊本県)の間で、抽出される共通因子および変量間の相互関係について対比した。

佐賀県の水田と樹園地土壌では、11の変量(pH、全炭素、全窒素、陽イオン交換容量、交換性Ca、MgおよびK、塩基飽和度、リン酸吸収係数、可給態リン酸、可給態窒素)から3因子が抽出された。各因子は水田と樹園地土壌に共通して、土性を表わす因子、土壌反応を表わす因子、有機物量を表わす因子と解釈された。変量間の相互関係では、水田土壌では土性因子に相関する変量が最も多く、樹園地土壌では土壌反応あるいは有機物量因子と相関する変量が多かった。このことから、樹園地土壌の化学性は肥培管理の影響をより強く受けていると推測した。

熊本県の土壌では、同じ水田土壌でも、灰色低地土・グライ土と多湿黒ボク土・黒ボクグライ土の間で、抽出された共通因子の解釈が異なった。灰色低地土・グライ土の昭和59~62年度では、抽出された3因子は土性を表わす因子、土壌反応を表わす因子、有機物量を表わす因子と解釈され、変量間相互関係も佐賀県の水田土壌に類似した。昭和54~57年度では、3因子に加えて土壌溶液濃度を表わす因子が抽出された。

熊本県の多湿黒ボク土・黒ボクグライ土の水田土壌と黒ボク土の畑土壌では、3因子は土壌溶液濃度を表わす因子、土壌反応を表わす因子、有機物量を表わす因子と解釈された。11変量のうち全炭素、全窒素、陽イオン交換容量、リン酸吸収係数は密接に相関し、有機物量因子に関係した。交換性Ca、Mg、Kや可給態リン酸および窒素など土壌肥沃度に関連した変量は、土壌溶液濃度を表わす因子あるいは土壌反応を表わす因子に関係した。

文 献

- 江頭和彦・中島征志郎・矢野文夫・宮崎 孝 1988 長崎県耕地土壌理化学分析データの多変量解析。長崎県総合農林試験場研究報告(農業部門), 16: 1-22
- 田中 豊・垂水共之・脇本和昌編 1984 パソコン統計ハンドブックII多変量解析編。共立出版, 東京

Summary

Soil chemical properties of the surface horizon were compared between paddy, upland and orchard fields by conducting factor analysis on analytical data for agricultural lands of Saga and Kumamoto prefectures.

Soils of Saga prefecture were mainly derived from alluvial marine or fluvial sediment in the paddy field and from granite or andesite in the orchard field. Factor analysis for agricultural lands of Saga prefecture reduced 11 variables (pH, total carbon and nitrogen, cation exchange capacity, exchangeable Ca, Mg and K, base-saturation percentage, phosphate absorption coefficient, and available phosphate and nitrogen) to three common factors having the eigenvalues larger than 1 with 70 to 80% of cumulative percent of total variance. The three common factors were termed texture, soil reaction, and organic matter content, common to both paddy and orchard fields, based on the factor loading matrix after varimax rotation. In the paddy field, more variables were correlated to the texture factor than to the soil-reaction or organic-matter-content factor. On the other hand, more variables were correlated to the soil-reaction or organic-matter-content factor for the orchard field which is under the intensive management.

Soils derived from volcanic ash were selected for factor analysis of agricultural lands (paddy and upland) of Kumamoto prefecture. First three common factors showed the eigenvalues larger than 1 with 72 to 85% of cumulative percent of total variance. The common factors were termed soil solution concentration, soil reaction, and organic matter content. The soil-solution-concentration factor, instead of the texture factor in the Saga soils, is associated with the very low solid-volume percentage (in the order of 20%) of volcanic-ash derived soils. The variables such as exchangeable Ca, Mg and K, and available phosphate and nitrogen of the Kumamoto soils were correlated to the soil-solution-concentration or soil-reaction factor and not to the organic-matter-content factor. No essential difference was observed between paddy and upland fields.