精白米中無機質成分の生産年による比較

古賀秀徳*・村本信幸**・片山 脩***
篠原厚子*・千葉百子*

Comparison of Mineral Contents in Polished Rice in Different Cultivation Years

Hidegori KOGA*, Nobuyuki MURAMOTO**, Osamu KATAYAMA***,
Atsuko SHINOHARA* and Momoko CHIBA*

*Department of Epidemiology and Environmental Health, Juntendo University School
of Medicine, 2-1-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8421

**The Skylark Food Science Institute, 2-10-21 Sakaiminami-cho, Musashino-shi,
Tokyo 180-8608

***The Saiki Nutrition School 5-30-3 Chuo, Ohta-ku, Tokyo 143-0024

Contents of minerals (N, P, K, Mg, Ca, Zn, Mn, Na, Fe and Cu) in polished rice (milled to yields of 90~91%) grown in various regions of Japan in different cultivation years (1991, 1993 and 1994) were investigated. Rice crops of the same variety grown in the same region in different years were analyzed. The polished rice was digested with nitric acid in a microwave oven, and the mineral contents were then measured with an Inductivity Coupled Plasma Atomic Emission Spectrophotometer (ICP-AES). The mineral content data were divided into groups corresponding to individual minerals and subjected to cluster analysis. One result of this analysis was that, in the N, P and K groups, rice crops with similar crop report indexes were classified into the same cluster. The mineral contents of the rice grown in 1994 differed from those of the rice grown in 1991 and 1993. The agricultural climate in 1991 and 1993 resulted in rice crop report indexes of 95 and 74, respectively, whereas the 1994 index was 109. Therefore, the present results indicate that agricultural climate affects the contents of minerals, especially N, P and K, in polished rice.

(Received Oct. 10, 2000 ; Accepted May 22, 2001)

平成12年度から16年度の間に使用するものとして改訂された「第六次改訂日本人の栄養所要量」¹⁾において無機質では策定項目として新たにマグネシウム、銅、ヨウ素、マンガン、セレン、亜鉛、クロム、モリブデンが追加され、さらに11の元素(カルシウム、鉄、リン、マグネシウム、銅、ヨウ素、マンガン、セレン、亜鉛、クロム、モリブデン)で上限値が設定されるなど無機質の重要性が注目されてきている。しかしながら日本において米は重要な主食とされながらも、その無機質成分の分布

については、数種類の米におけるその含量、組成、に関する報告^{2)~5)}や進藤ら⁶⁾および著者らの報告⁷⁾など多くは見られない。また農作物の無機質成分はその産地(土壌、気候)、品種、栽培条件等によって、その含量に違いを生ずることが考えられる。これまでに竹田ら⁸⁾および安井ら⁹⁾が無機元素組成による産地判別の可能性を示唆しているが、この問題を解明するには、膨大な試料の収集と分析データの蓄積が必要であるとしている。

そこで、本研究では可能な限り、栽培地・品種が明ら

* 順天堂大学医学部衛生学教室 (〒113-8421 東京都文京区本郷 2-1-1)

** (財)すかいらーくフードサイエンス研究所 (〒180-8608 東京都武蔵野市境南町 2-10-21)

*** 専門学校佐伯栄養学校 (〒143-0024 東京都大田区中央 5-30-3)

かで数年度にわたる生産年の試料を収集するように努力したが、食味の良い方向への品種改良が進み、長期にわたる同一地域・品種の入手は困難であった。しかし、3年分の同一地域産で同一品種の精白米の収集ができたので、その無機質成分含量について分析し、精白米中の無機質成分含量を示すと共に、生産年度の違いによる無機成分含量の変動について検討した。

実験方法

1. 試料

分析に供した精白米は(財)日本穀物検定協会中央研究所よりご恵与いただいた平成3年産、5年産、6年産精白米72点(日本穀物検定協会で同一の条件で精白された試料、精白歩留まり90~91%)である。

2. 測定項目

測定元素はP, K, Mg, Ca, Zn, Mn, Na, Fe, およびCu, そして非金属元素である窒素(N)の10元素とした。

3. 装置と分析方法

分析試料の調製はマイルストーン社製MLS-2000 MEGAのマイクロ波分解装置を用いた湿式分解法⁹⁾で行った。分解手順、並びに分解条件は次のとおりである。分解装置付属のテフロン分解容器に試料約1.0gを精秤、濃硝酸5mlを加え密封系でマイクロ波を照射、そのマイクロ波照射プログラムは250Wで3分、照射せず3分、250Wで5分、400Wで13分、そして600Wで10分照射する設定で行った。マイクロ波の照射終了後、分解容器に入れた状態で付属の濃縮ローターにセットしてマイクロ波を再び照射し、硝酸を蒸発回収してほぼ乾固の状態とする。この際に褐色を呈することなく、白色および淡黄色を示した時点で分解が完了したものとした。次いで0.4 mol/l-硝酸に溶解、50 mlに定容、東洋濾紙(株)製0.45 μ m セルロースアセテートフィルターで濾過し、濾液をICP-AES(高周波誘導結合プラズマ発光分析; セイコーインスツルメンツ(株)製SPS-1500R型)用試料とした。なお、玄米標準試料NIES(国立環境研究所)No. 10-bを用いて分析精度を確認し、保証値と良く一致した結果を得ている。窒素(N)の分析についてはケルダール分解法にて行った¹⁰⁾。なお、各測定はn=3で行った。

4. データ解析

SPSS[®] 10.0Jを用い統計解析を行った。

結果と考察

1. 精白米中の無機質成分含有量

平成3年産、5年産、6年産の各年同一地域で同一品種である24種類の精白米の無機質成分含量をそれぞれ表1~3に14%水分換算値として示した。また、この72点精白米無機質成分の含有量の平均値、最大値、最小値、変動係数を表4に示した。比較的含有量の多い元素N, P, K, Mgでは変動係数は比較的小さく、これら元素と比較して3桁以上も含有量が少ないMn, Na, Fe, Cuでは測定誤差も考えられるが変動係数が大きい傾向が認められた。また、Pが最も変動が小さく、Naは測定試料調製時の汚染による影響も考えられるが変動が極端に大きい元素であった。

2. 産年度の違いによる無機質成分含量の比較

生産年別に各元素の平均値および標準偏差を表5に示した。成分毎にF_{max}検定を行った結果、全成分について年度毎の分散に有意差は認められなかった(p>0.05)。1元分散分析で年度間差が有意(p<0.05)であった成分についてはFISHERの最小有意差を求めて対比較を行った。その結果、Kのみで産年間差に全て有意差(p<0.01)が認められた。P, NaおよびNでは6年産のみに有意差(p<0.05)が認められた。Ca, Znでは産年間差は有意(p<0.05)であったが、Mg, Mn, FeおよびCuでは産年間に有意差は認められなかった(p>0.05)。

3. 水稲作況指数と無機質成分含量との関係

水稲作況指数は平成3年が95の「やや不良」¹¹⁾、5年は74の「著しい不良」¹²⁾、そして6年は109の「良」¹³⁾であり、特に5年度は近年まれにみる農業気象が異常の年であったと言われている^{14)~16)}。

作況指数と無機成分含量の関係を検討するため階層的クラスター分析を行った。成分により含量が大きく異なるため成分毎にデータを標準化し、個体間の非類似度に標準化ユークリッド平方距離を用いた。無機元素の組み合わせとしては、多量必須元素のN, P, K, これに含有量が比較的似ているMgを加えた4元素、Ca, Znの2元素、Mn, Fe, Cuの3元素、測定した全10元素の5通りを検討した。クラスター間の非類似度には、平均連結法、Ward法、最長距離法および最短距離法を用いた。その結果、N, P, Kの3元素の組み合わせで平均連結法を用いた場合のみ、作況指数との関連で特徴あるクラスターを得ることができた(図1)。今回分析した精白米の生産県の作況指数¹⁷⁾を図1に示す。

異常な天候による農業被害が大きかった平成5年産米が同じクラスターに入るようにすると、図1は大きく3つのクラスター(A, B, C)に分けられる。このクラスター毎のN, P, Kの含有率および作況指数を表6に示

表 1 平成 3 年産精

番号	産地県名	産地地区	品種	P	K	Mg
1	北海道	空知	きらら 397	110.0±1.1	102.0±1.3	27.3±0.3
2	北海道	上川	ゆきひかり	119.3±4.2	106.0±5.7	26.2±0.9
3	北海道	空知	彩	118.3±0.4	107.7±2.0	27.7±0.3
4	青森	その他	むつほまれ	105.6±1.9	106.7±4.2	26.2±0.4
5	青森	弘南中黒	つがるおとめ	103.4±1.5	97.7±1.4	27.4±0.7
6	宮城	県北	ササニシキ	102.1±0.6	82.3±0.9	26.3±0.3
7	秋田	仙北	あきたこまち	108.3±4.6	97.8±3.2	28.0±0.9
8	山形	内陸	はなの舞い	105.1±1.3	91.5±2.7	25.0±0.5
9	栃木	県南	アキニシキ	103.6±0.2	78.7±0.7	25.4±0.5
10	栃木	県北	初星	97.5±1.4	82.5±2.0	27.7±0.4
11	新潟	魚沼	コシヒカリ	106.5±0.5	86.2±0.4	30.8±0.4
12	新潟	中越	トドロキワセ	106.4±4.7	93.6±3.6	24.6±1.7
13	新潟	全県	コシヒカリ	94.1±4.2	93.4±2.8	24.1±0.8
14	長野	全県	しなのこがね	112.5±3.0	78.7±0.0	29.3±0.9
15	岐阜	美濃	ハツシモ	93.9±2.1	43.0±1.0	24.1±1.0
16	岡山	全県	朝日	112.2±3.4	52.3±1.2	29.2±1.4
17	山口	全県	ヤマヒカリ	110.0±4.0	45.3±0.9	27.6±1.1
18	香川	全県	コガネマサリ	104.4±0.6	78.1±0.3	27.8±0.3
19	愛媛	全県	松山三井	106.4±1.9	96.1±2.7	24.6±0.8
20	高知	全県	黄金錦	110.9±0.2	43.5±1.0	27.9±0.5
21	福岡	筑前	ヒノヒカリ	113.0±2.3	75.3±2.0	30.6±0.3
22	熊本	城北	ヒノヒカリ	106.5±2.0	70.2±2.1	29.1±0.1
23	熊本	城東	ミネアサヒ	97.4±2.0	74.1±1.1	27.2±0.9
24	滋賀	一	日本晴	101.6±1.9	85.5±1.7	27.6±0.5

表 2 平成 5 年産精

番号	産地県名	産地地区	品種	P	K	Mg
1	北海道	空知	きらら 397	115.8±3.6	87.4±3.8	29.3±1.0
2	北海道	上川	ゆきひかり	119.0±3.4	92.8±2.4	27.0±0.7
3	北海道	空知	彩	105.8±1.3	95.0±2.8	24.7±0.2
4	青森	その他	むつほまれ	117.1±3.6	97.2±3.0	31.1±0.7
5	青森	弘南中黒	つがるおとめ	111.2±1.3	95.2±1.4	28.2±0.4
6	宮城	県北	ササニシキ	119.2±4.5	84.6±3.7	37.0±1.2
7	秋田	仙北	あきたこまち	100.2±3.2	83.8±2.0	26.9±1.2
8	山形	内陸	はなの舞い	113.7±1.5	82.0±0.9	31.3±0.6
9	栃木	県南	アキニシキ	106.8±2.9	87.6±2.7	26.0±0.8
10	栃木	県北	初星	111.4±1.9	85.4±2.9	32.3±0.6
11	新潟	魚沼	コシヒカリ	113.4±1.9	77.3±3.2	33.5±1.0
12	新潟	中越	トドロキワセ	121.1±5.4	95.1±2.9	26.7±1.4
13	新潟	全県	コシヒカリ	112.7±2.3	89.9±1.6	30.3±0.5
14	長野	全県	しなのこがね	109.9±2.9	88.4±2.7	29.8±0.6
15	岐阜	美濃	ハツシモ	105.1±2.1	93.1±1.9	28.3±0.7
16	岡山	全県	朝日	102.4±1.3	93.8±0.9	23.6±0.8
17	山口	全県	ヤマヒカリ	111.2±1.8	80.6±2.5	29.7±0.6
18	香川	全県	コガネマサリ	110.7±0.5	86.9±2.1	27.1±0.6
19	愛媛	全県	松山三井	110.7±0.5	105.4±1.3	26.4±0.2
20	高知	全県	黄金錦	121.4±1.5	87.4±2.1	32.2±0.5
21	福岡	筑前	ヒノヒカリ	98.3±0.1	101.6±0.9	24.0±0.6
22	熊本	城北	ヒノヒカリ	105.8±1.3	90.8±0.6	28.7±0.1
23	熊本	城東	ミネアサヒ	99.4±2.6	92.2±3.5	28.3±0.4
24	滋賀	一	日本晴	103.0±0.8	88.0±2.3	26.4±0.2

白米無機質成分含量

Ca	Zn	Mn	Na	Fe	Cu	N
4.63±0.42	1.390±0.021	0.959±0.010	0.791±0.026	0.171±0.010	0.221±0.006	1015
5.32±0.18	1.290±0.067	0.942±0.038	1.187±0.214	0.252±0.004	0.106±0.014	1129
4.43±0.06	1.699±0.031	1.718±0.014	0.691±0.055	0.205±0.012	0.214±0.005	1183
5.06±0.18	1.113±0.015	1.411±0.021	2.492±0.299	0.181±0.006	0.132±0.014	1061
5.02±0.10	1.168±0.031	0.745±0.017	0.681±0.046	0.170±0.031	0.113±0.005	844
3.85±0.22	1.241±0.009	1.249±0.025	0.494±0.048	0.180±0.011	0.269±0.016	923
4.76±0.07	2.160±0.027	0.788±0.036	0.514±0.028	0.240±0.004	0.250±0.012	1034
4.07±0.15	1.479±0.004	1.036±0.032	0.939±0.140	0.250±0.035	0.129±0.015	971
4.56±0.12	1.428±0.023	0.608±0.019	0.724±0.039	0.246±0.012	0.162±0.004	1089
3.84±0.07	1.560±0.023	0.874±0.012	0.687±0.045	0.144±0.008	0.182±0.006	1059
4.76±0.11	1.568±0.046	1.064±0.019	0.848±0.166	0.236±0.007	0.139±0.004	998
4.09±0.08	1.459±0.054	0.957±0.023	0.710±0.292	0.133±0.023	0.175±0.006	1007
4.28±0.25	1.460±0.085	0.865±0.027	0.902±0.029	0.181±0.020	0.190±0.021	904
4.53±0.16	1.638±0.052	0.678±0.027	0.602±0.056	0.258±0.009	0.133±0.010	1141
4.24±0.11	1.341±0.032	1.012±0.056	0.380±0.071	0.137±0.005	0.203±0.008	966
4.66±0.10	1.756±0.087	1.029±0.019	0.911±0.032	0.252±0.006	0.188±0.007	985
4.72±0.14	1.827±0.039	1.121±0.047	1.714±0.089	0.237±0.018	0.200±0.006	1064
4.26±0.09	1.695±0.026	0.711±0.018	0.757±0.026	0.216±0.005	0.245±0.003	1230
4.85±0.08	1.672±0.007	1.664±0.035	1.275±0.041	0.214±0.012	0.249±0.006	1173
5.58±0.10	1.748±0.023	1.385±0.024	0.835±0.051	0.202±0.006	0.234±0.004	1072
5.38±0.36	1.813±0.029	1.026±0.051	1.538±0.019	0.255±0.019	0.170±0.005	1232
3.93±0.12	1.857±0.075	1.067±0.024	1.154±0.034	0.220±0.009	0.180±0.006	1054
4.09±0.02	1.711±0.009	1.141±0.019	0.965±0.051	0.205±0.002	0.141±0.009	1225
4.20±0.10	1.565±0.035	0.876±0.022	0.630±0.102	0.288±0.060	0.304±0.012	987

14% 水分換算値 (mg/100g)

白米無機質成分含量

Ca	Zn	Mn	Na	Fe	Cu	N
3.91±0.15	1.534±0.068	1.103±0.068	0.911±0.095	0.258±0.026	0.243±0.010	1107
2.67±0.05	1.383±0.056	1.035±0.014	1.120±0.076	0.277±0.008	0.211±0.007	1123
2.29±0.21	1.494±0.086	0.906±0.014	1.256±0.069	0.264±0.003	0.189±0.010	1206
4.62±0.42	1.045±0.023	0.919±0.032	1.518±0.081	0.246±0.016	0.066±0.005	1144
4.49±0.11	1.194±0.010	0.952±0.025	1.138±0.023	0.238±0.015	0.203±0.008	888
4.85±0.07	1.250±0.046	0.768±0.025	1.285±0.074	0.289±0.023	0.138±0.001	974
5.03±0.12	1.599±0.022	0.768±0.025	0.878±0.010	0.173±0.008	0.138±0.001	942
4.81±0.68	1.503±0.034	0.855±0.019	1.053±0.051	0.274±0.000	0.175±0.020	1005
3.54±0.06	1.167±0.030	0.831±0.003	1.184±0.060	0.131±0.005	0.143±0.005	1014
4.08±0.23	1.453±0.032	0.941±0.035	0.859±0.077	0.210±0.018	0.192±0.006	1013
4.48±0.16	1.452±0.040	0.814±0.020	0.879±0.111	0.242±0.001	0.178±0.004	987
3.74±0.08	2.051±0.083	1.488±0.132	0.616±0.034	0.267±0.006	0.290±0.009	992
4.67±0.04	1.563±0.031	1.041±0.060	0.998±0.005	0.190±0.009	0.190±0.002	986
4.98±0.13	1.493±0.018	0.777±0.030	0.602±0.036	0.234±0.008	0.248±0.070	1019
4.99±0.06	1.202±0.011	1.116±0.015	0.913±0.052	0.214±0.005	0.173±0.004	912
4.76±0.11	1.182±0.038	0.853±0.027	0.869±0.090	0.188±0.000	0.191±0.003	958
5.38±0.30	1.631±0.051	0.746±0.016	1.177±0.074	0.210±0.014	0.157±0.003	949
5.20±0.16	1.432±0.029	0.842±0.003	0.825±0.014	0.205±0.003	0.173±0.003	994
5.39±0.08	1.285±0.013	0.973±0.029	0.786±0.028	0.189±0.004	0.238±0.008	949
5.89±0.17	1.381±0.016	1.403±0.019	1.048±0.054	0.271±0.016	0.175±0.000	998
4.01±0.13	1.435±0.025	0.772±0.022	0.686±0.047	0.230±0.009	0.210±0.008	1054
6.36±0.73	1.485±0.057	0.853±0.013	0.672±0.011	0.250±0.003	0.183±0.006	1062
4.85±0.34	1.447±0.046	0.939±0.023	0.940±0.097	0.204±0.007	0.152±0.003	971
4.53±0.14	1.253±0.032	0.912±0.026	0.675±0.006	0.166±0.004	0.199±0.003	944

14% 水分換算値 (mg/100g)

表 3 平成 6 年産精

番号	産地県名	産地地区	品種	P	K	Mg
1	北海道	空知	きらら 397	114.2±2.1	74.1±1.1	28.1±0.6
2	北海道	上川	ゆきひかり	120.8±0.9	68.7±1.2	30.5±0.4
3	北海道	空知	彩	105.1±1.4	85.8±2.1	26.3±0.3
4	青 森	その他	むつほまれ	111.9±4.0	67.7±1.7	32.9±0.5
5	青 森	弘南中黒	つがるおとめ	102.4±3.8	70.0±3.3	27.2±1.0
6	宮 城	県北	ササニシキ	96.2±1.1	72.4±1.7	24.1±0.6
7	秋 田	仙北	あきたこまち	87.1±0.7	58.8±1.0	23.5±0.7
8	山 形	内陸	はなの舞い	86.7±1.0	52.3±1.7	23.0±0.7
9	栃 木	県南	アキニシキ	94.4±1.7	49.5±1.4	25.1±1.1
10	栃 木	県北	初星	91.1±2.7	55.5±2.4	27.1±0.9
11	新 潟	魚沼	コシヒカリ	99.0±2.5	56.0±2.2	30.2±1.1
12	新 潟	中越	トドロキワセ	104.8±1.1	76.6±0.6	27.7±0.6
13	富 山	全県	コシヒカリ	96.8±4.5	63.0±3.0	29.9±1.6
14	長 野	全県	しなのこがね	85.6±1.9	50.8±2.6	24.2±0.5
15	岐 阜	美濃	ハツシモ	93.7±4.1	66.0±3.4	25.8±0.9
16	岡 山	全県	朝日	94.2±3.1	74.9±3.1	23.4±0.2
17	山 口	全県	ヤマヒカリ	107.3±7.8	67.0±4.6	29.9±2.3
18	香 川	全県	コガネマサリ	97.2±3.9	62.7±2.6	26.9±1.2
19	愛 媛	全県	松山三井	103.3±2.0	75.7±2.0	26.1±0.4
20	高 知	全県	黄金錦	109.2±0.2	71.5±1.2	29.3±0.1
21	福 岡	筑前	ヒノヒカリ	105.4±2.9	64.4±2.3	27.1±0.6
22	熊 本	城北	ヒノヒカリ	96.8±2.3	72.6±1.3	25.6±0.9
23	熊 本	城東	ミネアサヒ	95.7±0.4	62.7±0.6	27.2±0.2
24	滋 賀	一	日本晴	90.1±1.6	73.2±1.5	24.0±0.7

表 4 精白米 72 点の無機質成分の分布に関する統計量

	平均値	最大値	最小値	変動係数
	(mg/100 g)			(%)
P	105.3	121.4	85.6	19.7
K	79.5	107.7	43.0	26.5
Mg	27.6	37.0	23.0	20.6
Ca	4.41	6.36	2.29	22.9
Zn	1.476	2.160	1.011	23.8
Mn	0.973	1.718	0.532	30.0
Na	0.720	2.492	0.014	67.3
Fe	0.216	0.805	0.100	41.0
Cu	0.176	0.304	0.023	34.7
N	999	1232	770	21.3

表 5 各年産別精白米中無機成分の平均値と標準偏差 (mg/100 g)

	3 年産	5 年産	6 年産
P	106.2±6.6 ^a	110.2±6.8 ^a	99.5±9.1 ^b
K	82.0±19.6 ^a	90.0±6.5 ^b	66.3±9.1 ^c
Mg	27.1±1.9 ^a	28.7±3.2 ^a	26.9±2.6 ^a
Ca	4.55±0.49 ^a	4.56±0.91 ^{ab}	4.11±0.49 ^b
Zn	1.568±0.245 ^a	1.413±0.205 ^b	1.466±0.210 ^{ab}
Mn	1.039±0.284 ^a	0.962±0.195 ^a	0.917±0.198 ^a
Na	0.934±0.460 ^a	0.954±0.233 ^a	0.273±0.140 ^b
Fe	0.211±0.042 ^a	0.226±0.040 ^a	0.212±0.139 ^a
Cu	0.189±0.052 ^a	0.191±0.046 ^a	0.149±0.057 ^a
N	1056±105 ^a	1008±76 ^a	932±141 ^b

^{a, b, c}: Fisher の最小有意差法により同一アルファベット間には有意差なし (p>0.05)

白米無機質成分含量

Ca	Zn	Mn	Na	Fe	Cu	N
4.15±0.14	1.682±0.027	1.150±0.028	0.220±0.044	0.805±0.001	0.121±0.012	1080
5.29±0.05	1.488±0.028	1.146±0.021	0.109±0.014	0.282±0.025	0.039±0.003	1040
4.39±0.07	1.246±0.018	1.164±0.012	0.201±0.022	0.180±0.009	0.082±0.001	1120
5.06±0.14	1.438±0.020	1.165±0.036	0.377±0.003	0.165±0.011	0.158±0.004	950
4.18±0.09	1.300±0.015	0.881±0.030	0.327±0.053	0.133±0.133	0.107±0.010	870
3.75±0.07	1.011±0.008	0.940±0.040	0.311±0.003	0.100±0.006	0.149±0.013	1170
4.18±0.11	1.620±0.010	0.847±0.028	0.205±0.038	0.111±0.001	0.023±0.002	1230
4.22±0.09	1.589±0.030	0.746±0.004	0.205±0.000	0.100±0.006	0.135±0.002	790
3.78±0.11	1.248±0.029	0.871±0.025	0.142±0.142	0.118±0.005	0.182±0.005	900
3.73±0.10	1.469±0.025	0.595±0.011	0.458±0.014	0.169±0.001	0.121±0.001	1070
3.93±0.15	1.491±0.010	0.756±0.020	0.142±0.016	0.262±0.025	0.114±0.006	780
3.71±0.07	1.766±0.017	0.817±0.019	0.136±0.010	0.163±0.006	0.242±0.013	970
3.71±0.14	1.441±0.064	0.879±0.039	0.014±0.000	0.166±0.011	0.113±0.007	910
3.41±0.07	1.222±0.036	0.713±0.022	0.150±0.006	0.117±0.007	0.104±0.002	900
3.88±0.00	1.166±0.045	1.087±0.042	0.146±0.001	0.178±0.008	0.151±0.009	790
3.24±0.08	1.186±0.032	1.159±0.037	0.198±0.015	0.190±0.004	0.194±0.013	770
3.71±0.26	1.845±0.079	1.038±0.068	0.292±0.006	0.234±0.014	0.183±0.005	820
3.83±0.16	1.564±0.038	0.532±0.037	0.402±0.001	0.258±0.012	0.219±0.007	1170
4.66±0.05	1.656±0.058	0.890±0.024	0.489±0.034	0.203±0.008	0.226±0.014	790
4.51±0.15	1.334±0.018	1.020±0.006	0.287±0.015	0.224±0.008	0.150±0.009	820
3.96±0.12	1.669±0.012	1.192±0.046	0.577±0.038	0.300±0.015	0.235±0.013	880
4.59±0.20	1.442±0.024	0.586±0.041	0.388±0.019	0.252±0.010	0.154±0.008	880
4.23±0.21	1.539±0.019	0.874±0.020	0.339±0.016	0.184±0.001	0.178±0.008	830
4.50±0.04	1.294±0.020	0.971±0.030	0.444±0.009	0.184±0.005	0.189±0.012	840

14% 水分換算値 (mg/100 g)

す。5 年産米全てが含まれた A 区分では作況指数が平均で 83 と最も悪く、そして P, K の含有量 (mg/100 g) 平均は 107.9, 90.6 と最も高いクラスターであった。C 区分では作況指数の平均が 108 と最も高く、3 年間のなかで最も作況指数の良かった 6 年産米が最も多く含まれた。また N, P, K の含有量平均は 879, 99.9, 60.0 と最も低いクラスターであることがわかった。B 区分では、P, K そして作況指数は A 区分と C 区分の中間の値を示したが、N 含有量では最も高値のクラスターであった。以上のように作況指数が良い精白米は、一つのクラスターに属し、また作況指数が悪い精白米も別のクラスターに属す傾向が認められた。

農業気象の悪化に伴う施肥による N, P, K 含量への影響も考えられるが、今回入手した試料では施肥状況の把握は不可能であった。しかし穂の充実期以降では、子実中の炭水化物の増加により N, P, K の含有率は低下す

る¹⁸⁾と思われることから、施肥によって精白米中の N, P, K の含量は減少する傾向になると考えられる。今回の試料では作況指数の悪い試料の方が N, P, K の含量は高い傾向を示したことから、子実中の炭水化物の蓄積が十分でないと考えられる。しかし今回はわずか 3 年度の生産米についての分析結果であることから、さらに数年度にわたる生産米についての検討が必要であろうと考える。

要 約

生産年度の異なる同一品種・同一地域で栽培された精白米中のミネラルの分布について、基礎データを提供するとともに生産年の違いによる変化についても検討した。

水稻の品種・生産地が同じであっても農業気象（作況指数）が異なる生産年であると、その精白米中の N, P, K

図 1 N, P, K 含有量による精白米のクラスター分析

表 6 N, P, K および作況指数のクラスター区分別平均値, 最大値および最小値

元素	含有量	クラスター区分		
		A	B	C
N	平 均	1012	1133	879
	最大値	1206	1232	1072
	最小値	840	950	770
P	平 均	107.9	104.4	99.9
	最大値	121.4	120.8	112.2
	最小値	90.1	87.1	85.6
K	平 均	90.6	69.7	60.0
	最大値	107.7	78.7	75.7
	最小値	73.2	55.5	43.0
作況指数	平 均	83	100	108
	最大値	109	112	115
	最小値	28	72	86

含有量: mg/100 g

の分布は異なる可能性が示唆された。

謝 辞

本研究を行うにあたり, 供試米をご提供頂きました
(財)穀物検定協会中央研究所に深謝いたします。

文 献

- 1) 健康・栄養情報研究会編：第六次改訂日本人の栄養所要量食事摂取基準（第一出版，東京），p. 129 (1999)。
- 2) 久保彰治：食総研報，No. 15, 13 (1961)。

- 3) 堤 忠一・下村千恵子：食総研報，No. 33, 12 (1978)。
- 4) 大家千恵子・川端晶子・渋谷政夫：日食工誌，39, 55 (1992)。
- 5) 久保彰治・堀家静子・中北 宏・斎尾恭子：食総研報，20, 27 (1965)。
- 6) 進藤久美子・豊島英親・安井明美：日作紀，67, 478 (1998)。
- 7) 古賀秀徳・竹田弘美・田村真八郎・片山 脩：日食工誌，43, 735 (1996)。
- 8) 竹田弘美・古賀秀徳・田村真八郎・片山 脩：すかいらくフードサイエンス研究所研究報告，No. 5, 41 (1996)。
- 9) 安井明美・進藤久美子：分析化学，49, 405 (2000)。
- 10) 日本食品科学工学会新・食品分析法編集委員会編：新食品分析法，p. 30 (1996)。
- 11) 日本農業年鑑刊行会編：日本農業年鑑，家の光協会，東京，p. 202 (1993)。
- 12) 日本農業年鑑刊行会編：日本農業年鑑，家の光協会，東京，p. 165 (1995)。
- 13) 日本農業年鑑刊行会編：日本農業年鑑，家の光協会，東京，p. 149 (1996)。
- 14) 井上君夫：農業気象，49, 193 (1993)。
- 15) 山口晴彦・鈴木義則・早川誠而：農業気象，50, 43 (1994)。
- 16) 北村 修：農業気象，50, 33 (1994)。
- 17) 農林水産省経済局統計情報部編：第 68 次農林水産省統計表；第 69 次農林水産統計表；第 70 次農林水産統計表；第 71 次農林水産統計表，(財)農林統計協会
- 18) 松尾孝嶺編：稲学大成第 2 巻生理編，農山漁村文化協会，東京，p. 245-294 (1990)。

(平成 12 年 10 月 10 日受付，平成 13 年 5 月 22 日受理)