

北海道産米の化学成分組成に関する研究(2)

誌名	北海道農業試験場研究報告 = Research bulletin of the Hokkaido National Agricultural Experiment Station
ISSN	03675955
巻/号	134
掲載ページ	p. 133-138
発行年月	1982年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



北海道産米の化学成分組成に関する研究

第2報 脂肪酸組成と品種・栽培年次及び窒素施用量

山内富士雄* 大内邦夫**

I はしがき

玄米の脂肪含量は2~3%であって、油脂作物であるダイズやナタネなどの脂肪含量に比較すれば極めて少ない。しかし、我が国で利用している米油は全植物油中の7~8%に達している¹⁾。現在、主食としての米は生産過剰となっており全国的な規模で生産調整がなされているが、米の多目的利用の立場から水稻の高い生産性を有効に活用する方法が検討されている。このようなことから、外国稻を含めて多目的利用への育種が急速に進められつつあるが、道産米の脂肪含量についての研究は極めて乏しく、特に脂肪酸組成に関する報告はほとんどみあたらない。したがって、これらを究明することは今後における米の有効利用の立場から意義のあることと思われるので検討した。

玄米の脂肪は糖層に多く含まれているが、米粒中には溶媒で抽出されない結合脂肪も存在している。それらを構成している脂肪酸は、飽和脂肪酸がおよそ20%であり、残りの80%は不飽和脂肪酸で占められている。このうち、飽和脂肪酸のパルミチン酸と不飽和脂肪酸のオレイン酸及びリノール酸の3成分で全体のおよそ93~95%を構成しており、これらが米油の主要な脂肪酸である。本報告では、これらの脂肪酸について品種・栽培年次及び窒素施用量による変動を検討したので報告する。

謝辞：供試材料の一部は作物第一部稲第4研究室小高真一室長並びに新篠津村山内勝男氏より提供していただいた。また、本報告の提出にあたっては作物第一部宮坂昭部長、同部畑作物第1研究室高域英雄室長、同部稲第1研究室山本隆一室長にご校閲をしていただいた。以上の方々に対し感謝する。

昭和56年12月11日受理

* 作物第一部畑作物第1研究室

** 同部稲第1研究室

II 試験材料及び方法

供試材料は前報⁴⁾のものと同じである。脂肪酸組成の分析はソックスレー抽出法により脂肪定量を行い定量を終えた脂肪について下記の方法により次の分析を行った。

脂肪を苛性カリのエタノール溶液でケン化し脂肪酸を石油エーテルで抽出した後、溶媒を蒸散させてから三フッ化ホウ素法によって脂肪酸をメチルエステル化した。ガスクロマトグラフィーは日立063型、ステンレスカラム3mm×2m、カラム温度195°C、充填剤DEGS15%、キャリアガスはヘリウム、FIDにより水素ガス0.6kg、空気0.5kg圧で行った。

各脂肪酸の含量はピーク面積の比率（ピークの高さ×1/2高さの位置における幅）によって算出し百分率で求めた。

なお、ガスクロマトグラフィーの各脂肪酸に対する感度補正は特に行わなかった。

III 試験結果並びに考察

1. 脂肪酸組成の品種・栽培年次及び窒素施用量間差異

玄米脂肪中の脂肪酸組成は、その大部分がパルミチン酸(C16)、オレイン酸(C18:¹⁾)及びリノール酸(C18:²⁾)によって構成されており、およそ全体の93~95%に達する。本試験ではさらにステアリン酸(C18)及びリノレン酸(C18:³⁾)を含めて5成分についての分析を行った。それ以外の脂肪酸については含量が極めて少ないのでこの測定からは除外した。

品種の脂肪酸組成を栽培年次別にそれらの平均値で比較すると、Table 1に示したように1977年はステアリン酸とリノール酸が高くなり、1979年はパルミチン酸、オレイン酸及びリノレン酸が高くなった。1980年はいずれもその中間的な含量であった。各脂

Table 1 Differences in fatty acid composition for crop years of rice kernel

	Palmitic C 16	Stearic C 18	Oleic C 18:1	Linoleic C 18:2	Linoleic C 18:3
1977 (n=20)					
min.	15.4	1.39	33.7	37.2	1.83
max.	18.6	4.90	41.9	42.8	4.55
mean	17.4	2.11	37.6	40.2	2.80
C.V. (%)	4.12	36.3	6.10	4.00	21.9
1979 (n=15)					
min.	17.3	1.03	37.4	31.4	2.04
max.	23.0	2.45	40.2	39.4	4.78
mean	19.0	2.04	39.1	36.7	3.18
C.V. (%)	6.45	23.5	4.07	5.45	21.1
1980 (n=8)					
min.	17.3	1.22	37.3	35.8	2.78
max.	19.1	2.08	40.8	39.2	3.44
mean	18.2	1.61	38.9	38.2	3.01
C.V. (%)	3.30	19.1	3.04	2.94	6.60

脂肪酸の最低と最高の差は、1977年のオレイン酸と1979年のリノール酸に対する品種間差が最も大きくおよそ8%の差異が認められた。すなわち、1977年のオレイン酸は「きたこがね」が最高で41.9%、「照錦」が最低で33.7%であった。また、1979年のリノール酸では「はやゆき」が39.4%で最高を示し「巴まさり」が31.4%で最低であった。

栽培年次ごとの変異係数では、含量の高いパルミチン酸、オレイン酸及びリノール酸が6%程度あるいはそれ以下であったが、含量の低いステアリン酸及びリノレン酸では高い値を示した。

栽培地域間については1978年に北野水田(当場)産⁴⁾と新篠津水田産⁴⁾の各々4品種を用いた分析結果であるが、Table 2に示したように個々の品種間では成分によって含量の違いがみられた。しかし、その差異は少なく含量において1%以上の差を示したのは「ゆうなみ」と「イシカリ」のオレイン酸及び「イシカリ」のリノール酸であった。供試4品種の平均値と比較した場合には、ステアリン酸とリノール酸にわずかに差異を示したものの栽培地による土壌間差は認められなかった。

Table 3には脂肪酸組成の窒素施用量に対する品種の反応程度を示した。窒素施用量の増加によって、明らかに高くなる傾向が認められた脂肪酸は「北海

Table 2 Differences in fatty acid composition of varieties and locations

Variety	Palmitic	Stearic	Lino-	Lino-	
		ric	oleic	lenic	
		C 18	C 18:1	C 18:2	C 18:3
Sapporo					
Yūnami	17.9	1.61	41.7	36.2	2.55
Ishikari	18.4	1.69	41.9	35.3	2.67
Kitahikari	18.7	1.93	39.8	37.5	2.09
Tomoemasari	18.8	2.24	38.3	38.5	2.20
mean	18.4	1.87	40.4	36.9	2.38
Shinshinostu(Peat soil)					
Yūnami	17.3	1.62	42.8	35.9	2.64
Ishikari	17.9	1.87	39.2	38.4	2.59
Kitahikari	18.6	1.73	40.5	37.3	1.93
Tomoemasari	19.3	1.73	37.8	38.6	2.42
mean	18.3	1.74	40.1	37.6	2.35
(1978)					

Table 3 Effects of fatty acid composition on nitrogen fertilizer level of varieties

N.kg/a	Palmi-	Stea-	Oleic	Lino-	Lino-
	tic	ric	C 18:1	leic	lenic
		C 16	C 18	C 18:2	C 18:3
Hokkai No. 241					
0.6	17.2	2.10	38.8	37.5	4.35
0.9	17.7	1.54	38.1	38.5	4.40
1.2	18.6	1.99	38.1	37.3	4.06
Ishikari					
0.6	19.5	2.39	40.5	34.6	3.02
0.9	19.4	1.62	40.1	35.3	3.60
1.2	19.3	1.43	39.7	36.4	3.16
Kitahikari					
0.6	18.3	2.31	38.7	36.8	3.85
0.9	19.1	2.32	37.2	37.9	3.51
1.2	18.7	1.65	37.8	38.5	3.42
(1980)					

241号」のパルミチン酸、「イシカリ」及び「キタヒカリ」のリノール酸であった。反対に低下の傾向が認められたのは「北海241号」のオレイン酸、「イシカリ」のステアリン酸及びオレイン酸、「キタヒカリ」のステアリン酸及びリノレン酸であった。これら3品種の平均値を求めた場合には、Fig. 1に示したように窒素施用量に対する脂肪酸組成の変動は、施用量

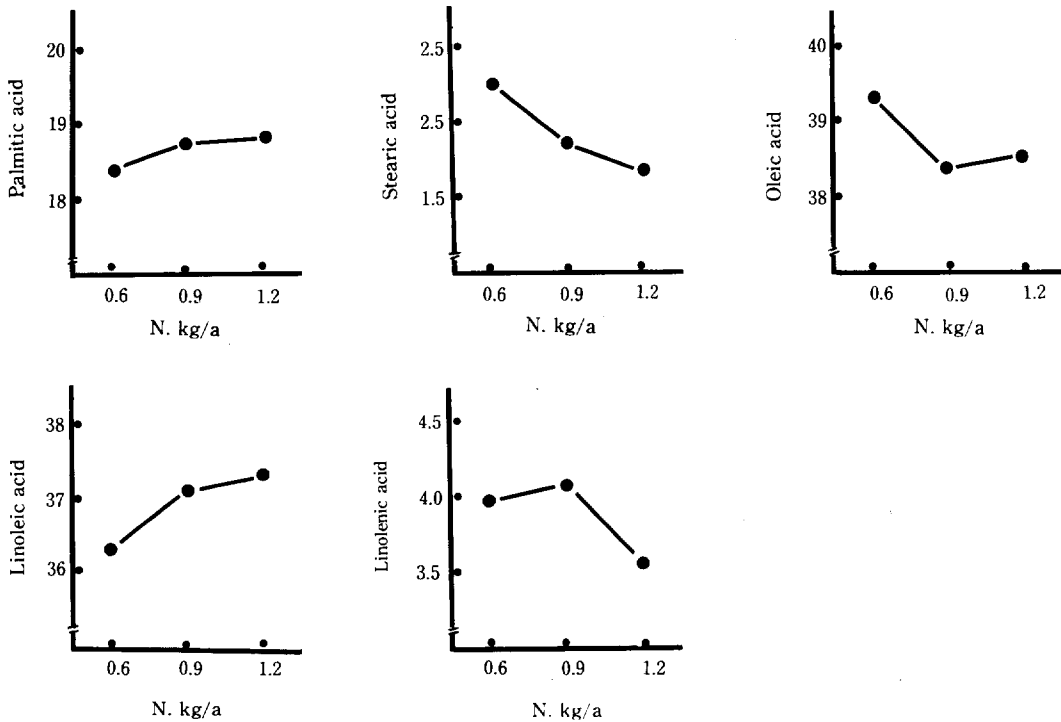


Fig. 1 Effects of fatty acid composition on nitrogen fertilizer level, using 3 varieties Note: Hokkai No. 241, Ishikari and Kitahikari

の増加に伴ってパルミチン酸及びリノール酸が高くなりステアリン酸が低下した。オレイン酸及びリノレン酸は一定の傾向を示さなかったが、やや低下の傾向が認められた。

2. 脂肪酸組成の相関関係

Table 1 に示した品種に対する各脂肪酸の分析結果から各脂肪酸の間の相関係数を年次別に求めて Table 4 に示した。

供試3ヵ年間を通じてすべてに高い相関関係がみられたのはオレイン酸とリノール酸の間において有意な負の相関関係が認められた。1977年及び1979年の2ヵ年間にはステアリン酸とリノレン酸の間に有意な正の相関関係がみられた。更に、パルミチン酸は1977年がオレイン酸、1979年にはリノール酸との間に各々 $r = -0.521^*$ 、 $r = -0.985^{**}$ の有意な負の相関関係が認められた。1980年はオレイン酸とリノール酸がほぼ同じレベルの含量となり、パルミチン酸と両成分との間にはいずれも負の相関関係にあった

Table 4 The correlation coefficient with in fatty acid content pair of rice kernel

	Palmitic C 16	Stearic C 18	Oleic C 18:1	Linoleic C 18:2
1977(n=20)				
C 18	-0.188			
C 18:1	-0.521*	-0.457*		
C 18:2	-0.352	-0.051	-0.774**	
C 18:3	0.056	0.789**	-0.475*	-0.122
1979(n=15)				
C 18	0.103			
C 18:1	-0.039	-0.415		
C 18:2	-0.985**	-0.164	-0.517*	
C 18:3	-0.441	0.577*	-0.010	
1980(n=8)				
C 18	-0.203			
C 18:1	-0.037	-0.210		
C 18:2	-0.369	0.035	-0.860**	
C 18:3	0.208	0.048	-0.526	0.299

Significant at * 5% ** 1% level

が有意性は認められなかった。また、ステアリン酸とオレイン酸及びオレイン酸とリノレン酸の間についても負の相関関係にあったが、1977年以外は有意性がみられなかった。

脂肪酸組成の中でオレイン酸とリノール酸の両成分はともにその含量も高く負の相関関係にあることは先にも述べたが、Table 1にもみられるように1977年にはオレイン酸が低くリノール酸が高かったのに比べて、1979年には反対の結果を示した。これら両成分について含量の高いパルミチン酸も両成分に対して負の相関関係を示すことは、パルミチン酸、オレイン酸及びリノール酸の3組成分の間には相対的に三すくみの関係にあって一定の相関関係にあることを示唆した。

IV 論 議

玄米の脂肪酸組成は不飽和脂肪酸のオレイン酸(C 18:1)及びリノール酸(C 18:2)の含有率が最も高く、これら両成分の間には高い負の相関関係が

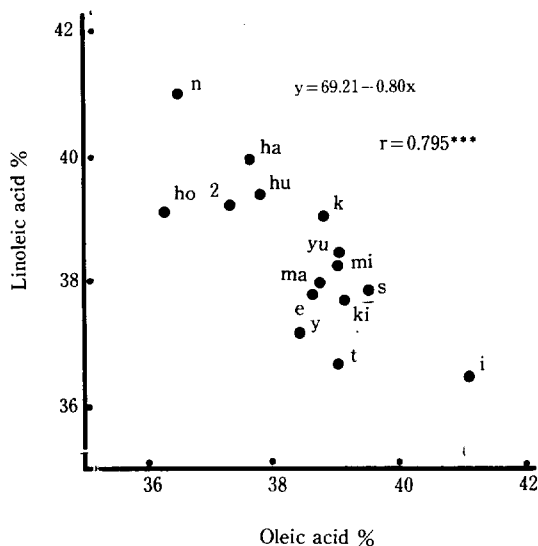


Fig. 2 Relation between oleic and linoleic acid contents

Note; e: Eikō, ha: Hayayuki, ho: Hōryū, hu: Hokusestu, i: Ishikari, k: Kiyokaze, ki: Kitahikari, ma: Matsumae, mi: Mimasari, n: Norin No. 20, s: Shiokari, t: Tomoemasari, y: Yūkara, yu: Yūnami, 2: Hokkai No. 241.

ある。平ら^{1,2)}は玄米の各脂肪酸の含量について相関関係を求め、その中で特にオレイン酸とリノール酸の含量の関係を回帰式で示し、この式によって両者の中間値がともに38.7~38.8%付近であると推定している。本試験の品種間における両成分に対する平均値では、1977年-38.8%、1979年-37.9%、1980年-38.2%であった。3カ年間の平均では38.3%となり、不飽和脂肪酸のオレイン酸とリノール酸の含量は各々38~39%を中間として負の相関関係をもって変動するものとみられる。更に、両脂肪酸に次いで含量の高いパルミチン酸(C 16)についても両者との間には一定の傾向をもって推移するものと考えられた。

1977年から1980年までの4カ年間に各品種の調査年次や年数は一定でなかったが、15品種についてその平均値を用いてオレイン酸とリノール酸についての相関関係を算出してFig. 2に示した。これら両成分の一次回帰式は $y = 69.21 - 0.80x$ となり両者の中間値は38.45%が得られた。この値は先に示した平ら^{1,2)}の府県産品種で得た値よりもわずかに低い値であった。本試験における脂肪酸組成の分析は含量の高いものから5成分について行ったが、平ら^{1,2)}が分析した8成分についての百分率に比較すればわずかながらさらに低い値になるものと思われる。

以上のように、オレイン酸及びリノール酸についてはやや低い値であったが、平ら^{1,2,3)}が分析した府県産米の品種の平均値に比較して道産米では飽和脂肪酸のパルミチン酸及びステアリン酸(C 18)がほぼ近い値を示しているのに対して、不飽和脂肪酸のリノレン酸(C 18:3)がおよそ1.5%程度高い結果が得られた。

一般に、脂肪中の脂肪酸組成は作物の低温登熟によって不飽和脂肪酸の多くなることが知られているが、道産米のリノレン酸が特異的に高くなるのかどうかは登熟機構と生育環境との関係において検討する必要がある。

脂肪酸組成の変動について平ら³⁾は米の熟度、登熟温度及び品種によって変動することを認めている。本試験でも年次間、品種の栽培地域間あるいは窒素施用量間においてそれぞれに差異を示した。しかし、それらはFig. 2にみられるように品種固有の特性が極めて大きく影響するものと考えられた。このことは、1980年が異常気象による低温年であったが普通

年の前2カ年に比較してもその変動に特異性は認められなかった。したがって、米粒の脂肪酸組成の変動は生育環境に対する品種固有の反応によるものと推定された。

V 摘 要

本試験は北海道産米の脂肪酸組成を明らかにするため、1977年から1980年までの4カ年間にわたってガスクロマトグラフィーの利用で分析した。得られた結果は次のごとくである。

- 1) 玄米の脂肪酸組成はオレイン酸、リノール酸及びパルミチン酸が高い値を示し、そしてこれら成分相互の間には高い負の相関関係が認められた。ステアリン酸及びリノレン酸は品種間差が大きかった。
- 2) 脂肪酸組成には栽培年次による変動が認められたが、地域間の変動はほとんどなかった。
- 3) 脂肪酸組成に対する窒素施用量の影響を調べ

た結果、パルミチン酸とリノール酸が供給量の増加で高くなったのに対して、ステアリン酸、オレイン酸及びリノレン酸は相対的に減少した。

引 用 文 献

- 1) 平 宏和・平 春枝・前重道雄(1979)：水稻うるち玄米の脂質含量および脂肪酸組成におよぼす品種および栽培年の影響。日作紀，**48**，220-228。
- 2) 平 宏和・平 春枝・藤井啓史(1979)：水稻うるち玄米の脂質含量および脂肪酸組成におよぼす栽培時期の影響。日作紀，**48**，371-377。
- 3) 平 宏和・平 春枝・前重道雄(1980)：米粒の糊熟期における脂質含量および脂肪酸組成の変化。日作紀，**49**，75-80。
- 4) 山内富士雄・大内邦夫(1982)：北海道産米の化学成分組成に関する研究 第1報 玄米化学成分と品種・栽培年次及び窒素施用量。北海道農試研報，**134**，127-132。

Studies on the Chemical Composition of Rice Kernels Produced in Hokkaido

Part 2. The effects of Variety, Cropping Year, and Nitrogen
Fertilizer Level on Fatty Acids in Brown Rice

Fujio YAMAUCHI and Kunio OUCHI

Summary

Gas chromatographic analysis was carried out over four years from 1977 to 1980, to examine the fatty acids in Hokkaido rice kernels. The results are as follows:

1. The brown rice contained much Oleic acid (C 18 : 1), Linoleic acid (C18:2), and Palmitic acid (C16) and all showed a highly negative correlation to one another. The content of Stearic (C18) and

Linolenic acid (C18:3) was very different for different rice varieties.

2. The fatty acids showed with the cropping year, but not with location.

3. Increasing the application of nitrogen fertilizer, caused increasing the Palmitic and Linoleic acid, but, Stearic, Oleic, and Linolenic acid decreased.