

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2020.06.008

# 日本の寒地，北海道のうるち米における精米蛋白質含有率とアミロース含有率の年次間地域間差異とその発生要因（日文）

丹野 久

（北海道農産協会，日本 北海道札幌，060-0004）

**摘 要：**北海道米の精米蛋白質含有率とアミロース含有率（各々蛋白，アミロース）はともに低いほど良食味であるが，1991~2006年（15栽培地域）間で、蛋白は7.2%~8.6%（7.2%~8.2%）、アミロースで18.3%~22.2%（19.8%~21.2%）と差異が大きく、また年次間差異は地域間の各1.4、2.8倍と大きかった。これは、水稻の栽培期間や生育ステージ別の平均気温および収量などの生育特性で、年次間差異が地域間に比べ1.6~4.4倍と大きいためであった。蛋白は、年次間で出穂が早く、障害危険期（出穂前24日以降30日間）が高温で不稔歩合が低く、千粒重が重く玄米収量が多いほど低かった。また、登熟気温（出穂後40日間の日平均積算値）と843℃で最低となる二次回帰の関係があった。なお、分けつ期（6月）の風速が大きく水稻生育初期の土壤窒素可吸態化速度が小さい初期生育不良の湿田土壌・地域では、これらの関係は不明瞭で、逆に千粒重は重いほど高蛋白であった。一方、地域間では、これら生育特性との関係が明確ではなく、泥炭土比率が低く、分けつ期の風速が小さいほど蛋白が低かった。アミロースは年次間と地域間ともに、出穂が早く登熟気温が高いほど低かった。また、地域間で海からの距離が短く緯度（北緯）が低く、登熟期の日較差気温が低いほど低アミロースであった。

**キーワード：**北海道うるち米；発生要因；アミロース含有率；精米蛋白質含有率；地域間差異；年次間差異

中图分类号：TS5-33；S511 文献識別コード：A 文章番号：1007-7561(2020)06-0066-09

ネットワークの最初発表時間：2020-10-30 16:09:41

ネットワークの最初発表アドレス：<https://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3863.ts.20201030.1430.011.html>

## Variation of the Protein and Amylose Contents Among Years and Among Regions in Nonglutinous Rice, and Its Occurrence Factors in Cold Region of Hokkaido in Japan (Japanese text)

Hisashi Tanno

(Hokkaido Agricultural Association, Sapporo Hokkaido Japan, 060-0004)

投稿日時：2020-04-03

作者紹介：丹野 久，男，1957年生まれ，博士，教授，研究方向は米の品質改良における育種栽培、生産技術及びその形質との関係である。E-mail: bun01\_0405@yahoo.co.jp。このコラムの背景と作者の紹介はC4-C13にて具体的に掲載しており，本論文の中国語訳文はP57-P65を参照できる。

**Abstract:** The higher was the protein content, the lower was the amylose content, and the better was the eating quality of nonglutinous rice. In 1991—2006, the protein content (PC) and amylose content (AC) were examined in 15 areas of Hokkaido. The range of the yearly (regional) variation on the average of all areas (years) was 7.2%~8.6% (7.2%~8.2%) in PC, and 18.3%~22.2% (19.8%~21.2%) in AC. That range of the yearly variation in those AC, PC was 1.4, 2.8 times respectively, larger than that of regional variation. That was because the range of the yearly variation in the mean temperature during rice cultivation season, during of some growth stages and growth characteristics like grain yield was 1.6~4.4 times, larger than that of regional variation. Among years, the earlier the heading date, the higher the temperature during the sensitive stage to sterile-type cool injury; the lower the sterility, the heavier the 1 000-kernel-weight; and, the higher the grain yield, the lower was the PC. At 843 °C of the cumulative daily mean temperature during 40 days after heading (CTAH), the PC were lowest in the quadratic regression relationship. Those relationships wasn't clear in the area where is high wind speed during tillering, low available rate of soil nitrogen and poor initial growth, on the contrary, between PC and 1 000-kernel-weight a positive relationship was found. The regional variation of PC did not correlate with these growth characteristics, but the lower the ratio of peat soil in the paddy field and the lower the wind speed during tillering, the lower was the PC. On the other hand among both years and regions the earlier the heading date, the higher the CTAH, the lower was the AC. Among areas, the shorter distance from the sea, the lower north latitude and the smaller mean diurnal temperature range during 40 days after heading, the lower was the AC.

**Key words:** amylose content; difference among areas; difference among years; nonglutinous rice; occurrence factors; protein content

お米の食味は、一般に精米蛋白質含有率(以下、蛋白)が低いほど、またアミロース含有率(以下、アミロース)が低いほど良いことが認められている<sup>[1-3]</sup>(図1)。しかし、これら両含有率では年次間に大きな差異が見られている(図2)。

そのため、北海道米の食味は年次により蛋白あるいはアミロースの上昇により大きく低下することが認められている(図3)。また、蛋白の地域間差異も大きいことが報告されている<sup>[5]</sup>。

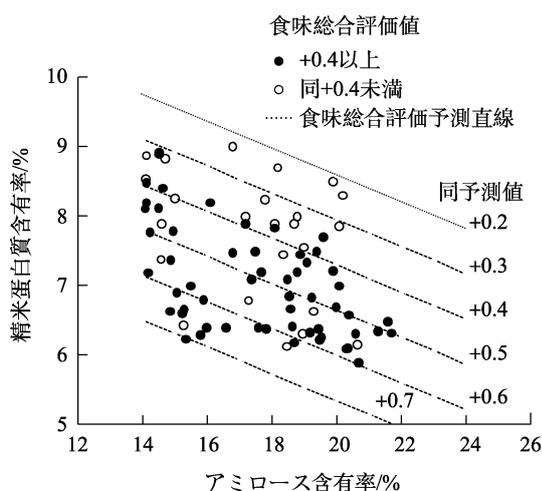


図1 アミロース含有率、精米蛋白含有率および食味官能試験総合評価(食味総合評価)との間の関係<sup>[1]</sup>

注: 食味総合評価の予測直線は重回帰式,  $2.1183 - 0.1539 \times \text{タンパク質含有率} - 0.0297 \times \text{アミロース含有率}$ ,  $R^2=0.24$  ( $p < 0.0001$ )。「ゆめびりか」の食味管理目標による。

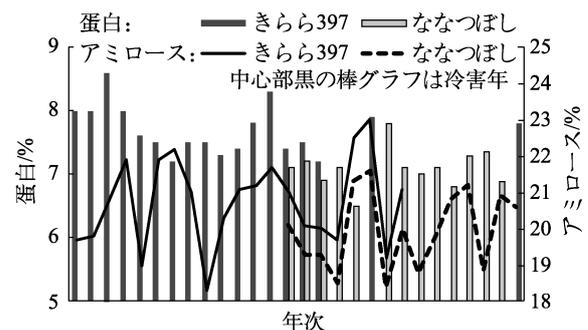


図2 精米蛋白質含有率およびアミロース含有率(各蛋白、アミロース)の全北海道平均値の年次推移  
注: 1年当たり分析データ数は621~6043。北海道米麦改良協会 北海道米分析センターによる。

そこで、北海道米の食味の高位安定化を図るには、それら蛋白とアミロースの年次間地域間差異の大きさと発生要因を明らかにし、それらに対応して、良食味米栽培技術<sup>[6-7]</sup>および作付け品種<sup>[7-8]</sup>を選択することが重要である。

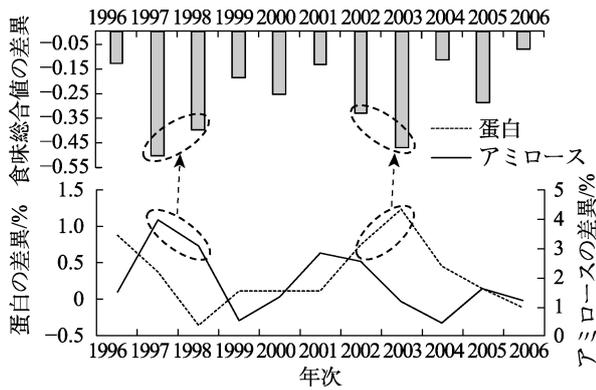


図 3 食味官能試験の総合評価値、精米蛋白質含有率およびアミロース含有率（各、食味総合値、蛋白、アミロース）における東北以南産良食味品種と北海道品種との間の差異の年次推移<sup>14)</sup>

注：東北以南の良食味銘柄米 4 品種の平均値を 0 としたときの北海道品種「ほしのゆめ」, 「きらら 397」の平均値。

本報では、最初に北海道米における過去 16 年次と栽培 15 地域について、蛋白とアミロースの年次間差異と地域間差異を明らかにし、それらを比較した。次に、その発生要因を、水稻の栽培期間と生育ステージ別の気温、生育特性およ

び土壌型などとの関係から解明した。加えて、初期生育が異なる土壌・地域の違いが、蛋白と年次間差異の発生要因との間の関係に及ぼす影響を明らかにした。

### 1 精米蛋白質含有率とアミロース含有率の年次間地域間差異およびその比較

蛋白は 1991—2006 年の 16 年次間で、7.2% から 8.6% まで 1.4% の大きな差異があった（表 1）。また、アミロースは、同年次間で 18.3% から 22.2% まで 3.9% の大きな差異があった。一方、全北海道稲作地の 15 地域間には、蛋白で 7.2% から 8.2% まで 1.0% の、アミロースは 19.8% から 21.2% まで 1.4% の差異があった。すなわち、年次間の差異は地域間に比べ蛋白では 1.4 倍、アミロースでは 2.8 倍であり、年次間の標準偏差も地域間に比べそれぞれ 1.5, 3.2 倍といずれも大きく、とくにアミロースで大きかった。

表 1 試験年次別と地域別における水稻の栽培期間と生育ステージ別の気温、生育特性および精米蛋白質含有率、アミロース含有率の統計量<sup>15)</sup>

年次または地域 (データ数)	統計量	水稻栽培期間日 平均積算気温/°C		分けつ期 の平均 気温/°C	障害型冷 害危険期 の平均気 温/°C	出穂後 40 日間の日 平均積算 気温/°C	出穂後 40 日間の日 較差積算 気温/°C	出穂期 (7 月 1 日=1)	不稔 歩合/ %	千粒 重/g	玄米収 量/(kg/ 10a)	精米蛋 白質含 有率/%	アミロ ース含 有率/%
		5~7 月	8~9 月										
年次 (16)	平均	1 441	1 142	15.8	20.5	806	339	34.2	16.0	22.7	493	7.7	20.8
	標準偏差 (A)	66	78	0.98	1.16	68	25.5	4.9	13.9	0.82	99	0.41	1.13
	最小値 (B)	1 314	1 056	14.6	18.3	706	302	28.6	5.0	21.1	205	7.2	18.3
	最大値 (C)	1 559	1 279	17.7	22.1	924	396	46.9	61.0	23.5	576	8.6	22.2
	C-B (D)	245	223	3.1	3.8	218	94	18.3	56.0	2.4	371	1.4	3.9
地域 (15)	平均	1 441	1 142	15.8	20.5	806	339	34.1	16.0	22.7	493	7.6	20.7
	標準偏差 (E)	34	31	0.49	0.27	18	29.4	3.4	4.4	0.36	54	0.27	0.35
	最小値 (F)	1 373	1 099	15.0	20.2	769	295	28.7	8.9	22.0	398	7.2	19.8
	最大値 (G)	1 493	1 213	16.6	21.1	841	378	40.0	21.5	23.3	593	8.2	21.2
	G-F (H)	120	114	1.6	0.9	72	83	11.3	12.6	1.3	195	1.0	1.4
変動比	D/H	2.0	2.0	1.9	4.2	3.0	1.1	1.6	4.4	1.8	1.9	1.4	2.8
同上	A/E	1.9	2.5	2.0	4.3	3.8	0.9	1.4	3.2	2.3	1.8	1.5	3.2

注：各地域とも代表的な 2~3 市町村の平均で、年次は 15 地域の、地域は 1991—2006 年の 16 カ年の平均。ただし、千粒重、精米蛋白質含有率およびアミロース含有率はその中で 2 カ年が 12~13 または 14~15 地域、3 地域が 14~15 カ年の平均。障害型冷害危険期は出穂前 24 日以降 30 日間。分けつ期は 6 月。

また、蛋白とアミロースにおける年次間と地域間の平均値とその標準偏差との間の関係においては、蛋白の年次間でのみ、平均値が高いほど標準偏差が大きくなる一定の関係が見られ

た（図 4~5）。その他の例えばアミロースは、年次間で平均値が大きく変動するが、その標準偏差の差異は 0.43%~0.76% と小さくなく、両値の間に一定の関係は見られなかった。

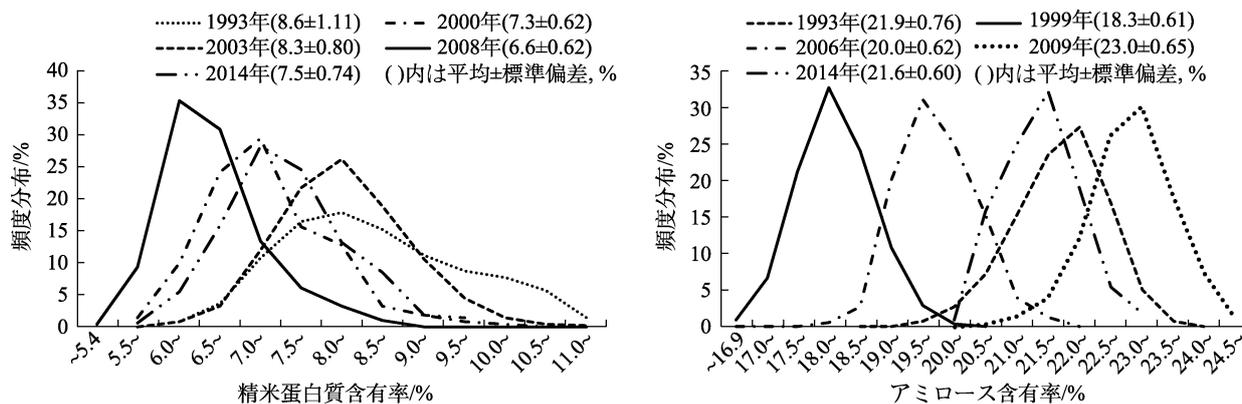


図 4 精米蛋白質含有率とアミロース含有率における年次内頻度分布の例

注：1991—2014 年の 24 年間で全北海道平均が最大，最小および中間の計 5 年次を示した。品種は「きらら 397」で，データ数は 1 年当たり 418~5 036 点。北海道米麦改良協会 北海道米分析センターによる。

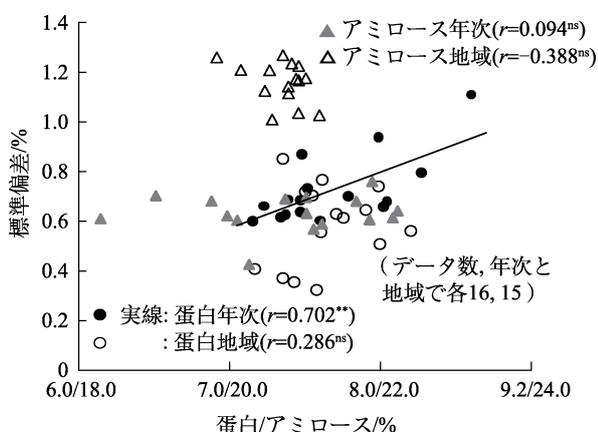


図 5 年次間と地域間における精米蛋白質含有率およびアミロース含有率（各，蛋白，アミロース）の平均値とその標準偏差との間の関係<sup>[5]</sup>

注：1991—2006 年で，各年次は全北海道平均，地域は各年次平均。\*\*：1%水準で有意。

以上のように，蛋白とアミロースともに年次間と地域間に大きな差異があり，また前者が後者よりも大きかった。とくに蛋白が高い年次には，その地域間の標準偏差（バラツキ）も大きくなり，販売・流通上の大きな問題であると考えられた。

## 2 水稻の栽培期間と生育ステージ別の気温および生育特性での年次間地域間差異の比較

水稻の栽培期間 5~7 月および 8~9 月の日平均積算気温は，それらの年次間（各 15 地域の平均）の最大値と最小値の差異がいずれも地域間（各 16 カ年の平均）の 2.0 倍と大きく，また標準偏差も年次間が地域間の 1.9~2.5 倍と大きか

った（表 1）。

分けつ期（6 月）の平均気温，出穂前 24 日以降 30 日間である障害型冷害の危険期（以下，障害危険期）の平均気温，出穂後 40 日間の日平均積算気温（以下，登熟気温），および出穂後 40 日間の日較差積算気温（以下，登熟日較差気温）では年次間差異は地域間に比べ，また年次間の標準偏差は地域間に比べ，ほぼ同じであった登熟日較差気温を除き，それぞれ 1.9~4.2 倍および 2.0~4.3 倍と大きかった（表 1）。

生育特性では，玄米収量は年次間で 10a 当たり 205~576 kg，最大 371 kg の差異で，標準偏差が 99 kg であり，地域間に比べ 1.8~1.9 倍と大きかった。さらに，出穂期，不稔歩合および千粒重の生育特性ではいずれも，年次間の差異は地域間に比べ，また年次間の標準偏差は地域間に比べ，それぞれ 1.6~4.4，1.4~3.2 倍と大きかった（表 1）。

以上のように，水稻の栽培期間の平均気温は年次間差異が地域間に比べ大きく，生育ステージ別の平均気温でも同様に年次間差異が大きかった。そのため，水稻の玄米収量などの生育特性は年次間差異が地域間に比べ大きく，蛋白とアミロースも年次間差異が大きくなったと考えられた。

## 3 精米蛋白質含有率の年次間地域間差異の発生要因

蛋白は年次間で，出穂期が早く，障害危険

期の平均気温が高く不稔歩合が低く<sup>[10]</sup>、千粒重が重く<sup>[11-13]</sup>、玄米収量が多いほど低かった(表 2, 図 6~8)。また、登熟気温が年次間では 843 °C で最低となり、それより高く<sup>[14-15]</sup>または低くな

る<sup>[16]</sup>に伴い高蛋白となる二次回帰の関係が認められた(図 9)。一方、地域間では、これら生育ステージ別平均気温および生育特性と蛋白との間に一定の関係が認められなかった。

表 2 年次間と地域間における精米蛋白質含有率, アミロース含有率, 玄米収量と生育特性, 生育ステージ別の気温との間の相関係数<sup>[5]</sup>

項目 (データ数)	形質	分けつ期の平均気温	障害型冷害危険期の平均気温	出穂後 40 日間日平均積算気温	出穂期	不稔歩合	千粒重	玄米収量
年次 (16)	精米蛋白質含有率	0.134	-0.770	-0.385	0.544	0.840	-0.860	-0.845
	アミロース含有率	-0.510	-0.466	-0.874	0.573	0.340	-0.303	-0.377
	玄米収量	0.240	0.828	0.639	-0.743	-0.967	0.888	1.000
地域 (15)	精米蛋白質含有率	0.083	0.340	0.085	0.233	0.249	-0.076	-0.165
	アミロース含有率	0.214	-0.639	-0.701	-0.264	-0.193	0.220	0.400
	玄米収量	0.741	-0.503	0.226	-0.924	-0.803	0.865	1.000

注: 分けつ期および障害型冷害危険期については表 1 の脚注参照。表中の相関係数の有意水準は以下のとおり。n=15 (自由度 13) では 5%が 0.514, 1%が 0.641, n=16 (自由度 14) ではそれぞれ 0.497, 0.623。

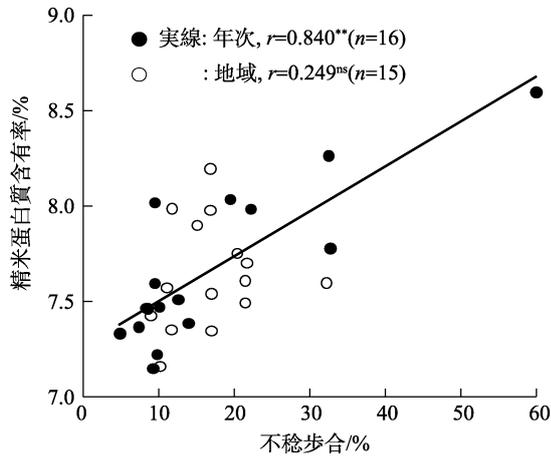


図 6 年次間と地域間における不稔歩合と精米蛋白質含有率との間の関係<sup>[5]</sup>

注: 表 1 参照。\*\*: 1%水準で有意。

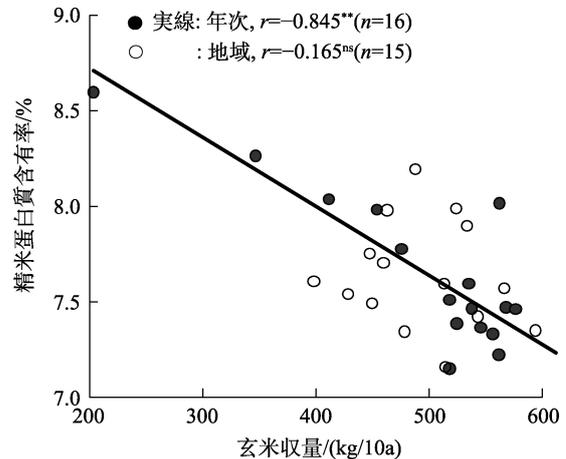


図 8 年次間と地域間における玄米収量と精米蛋白質含有率との間の関係<sup>[5]</sup>

注: 表 1 参照。\*\*: 1%水準で有意。

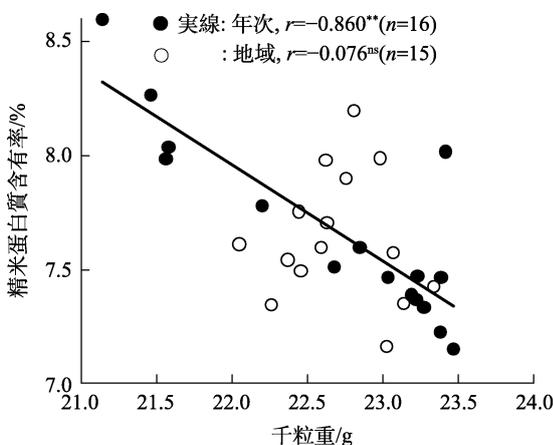


図 7 年次間と地域間における千粒重と精米蛋白質含有率との間の関係<sup>[5]</sup>

注: 表 1 参照。\*\*: 1%水準で有意。

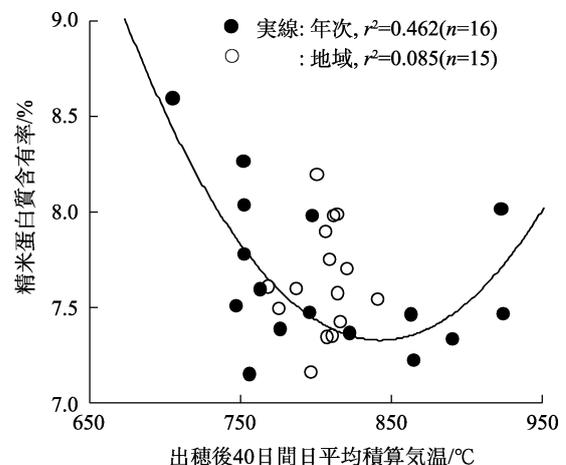


図 9 年次間と地域間における出穂後 40 日間の日平均積算気温と精米蛋白質含有率との間の関係<sup>[5]</sup>

注: 回帰式, 年次:  $y=0.0000591x^2-0.0997x+49.351$ 。表 1 参照。

地域別の土壤型比率では、泥炭土比率が低いほど、褐色低地土比率と灰色低地土比率が高い地域ほど、蛋白は低くなった(図 10)。これら関係の決定係数は、分布幅が 0%~42%と最も広い泥炭土比率との値が最も大きく、影響度が高かった<sup>[17-19]</sup>。

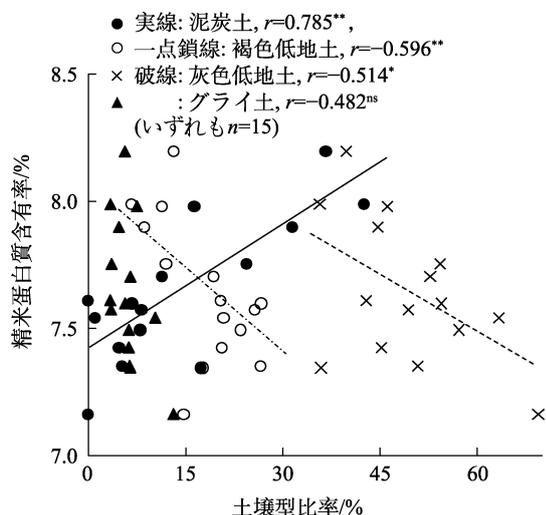


図 10 地域間における土壤型比率と精米蛋白質含有率との関係<sup>[5]</sup>

注: \*, \*\*: それぞれ 5, 1%水準で有意。

また、分けつ期の平均風速と蛋白との間には、年次間には一定の関係が認められず、地域間では同風速が小さいほど蛋白が低い傾向があり(図 11), 同風速が小さく初期生育が良いほど蛋白が下がるため<sup>[3]</sup>と思われた。なお、泥炭土比率が低い地域は同風速も小さい傾向があった( $r=0.578^*$ ,  $n=15$ )。

以上のように、蛋白は年次間で、出穂が早く、障害危険期が高温で不稔が少なく、千粒重

が重く多収なほど低く、登熟気温とは 843 °Cで最低となる二次回帰の関係があったが、地域間ではこれらとは一定の関係がなかった。一方、地域間では、泥炭土比率が低く分けつ期の風速が小さいほど低蛋白となった。

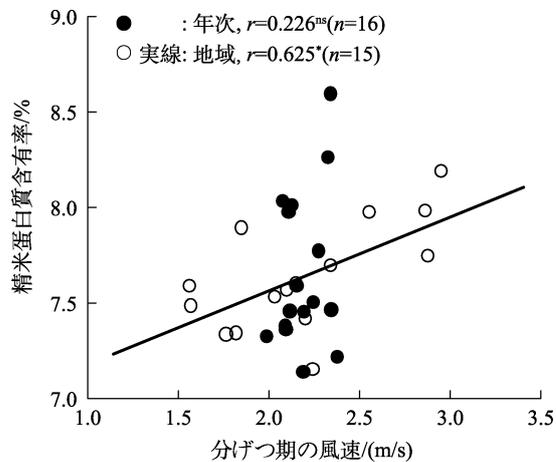


図 11 年次間と地域間における分けつ期の風速と精米蛋白質含有率との関係<sup>[5]</sup>

注: 分けつ期は 6 月。\*: 1%水準で有意。

#### 4 初期生育が異なる土壤・地域の違いが精米蛋白質含有率と年次間差異の発生要因との間の関係に及ぼす影響

北海道中央北部地域と南部地域は、生育初期の風速が小さく土壤窒素可吸態化速度が大きい褐色低地土(乾田)で、初期生育が旺盛である<sup>[20]</sup>(表 3)。それら地域では、 $m^2$ 当たり稔実初数が多く、加えて中央北部では全重、南部では千粒重がそれぞれ重く多収であるほど蛋白は低<sup>[16]</sup>くなった(表 4, 図 12~13)。

表 3 初期生育が異なる土壤・地域における栽培特性の比較<sup>[16,20]</sup>

地域名	土壤型	同左水稻初期生育の良否	分けつ期の平均風速/(m/s)	出穂期(7月1日=1)不稔歩合/%	$m^2$ 当たり稔実初数/( $\times 10^3$ )	全重/(kg/10a)	千粒重/g	精玄米収量/(kg/10a)	蛋白質含有率/%	
初期生育良の土壤・地域										
中央北部	褐色低地土	良	1.8	27	11.2	29.4	1 430	21.9	566	6.7
南部	褐色低地土	良	2.3	32	14.7	26.6	1 255	21.6	474	6.8
初期生育不良の土壤・地域										
中央南部	グライ土	やや不良~不良	3.4	35	11.9	29.2	1 363	22.4	521	7.3
分散分析	-	-	-	**	ns	*	**	**	**	*

注: 中央北部は道総研上川農業試験場(比布町, 北緯 43.9 度), 中央南部は道総研中央農業試験場岩見沢試験地(岩見沢市, 北緯 42.2 度), 南部は道総研道南農業試験場(北斗市, 北緯 41.9 度)の圃場。生育特性は、「ほしのゆめ」「きらら 397」の 2 品種, 1994—2008 年の 15 ヶ年の平均, 分けつ期は 6 月。農林水産省作物統計調査による玄米収量全北海道平年値の同期間平均は 521 kg/10a。\*, \*\*: それぞれ 5, 1%水準で有意差有り。

表 4 初期生育が異なる土壤・地域での年次間における精米蛋白質含有率と生育特性との間の相関係数<sup>16)</sup>

地域名	不稔歩合/%	m <sup>2</sup> 当たり 稈実初数/(×10 <sup>3</sup> )	全重/(kg/10a)	千粒重/g	精玄米収量/(kg/10a)
初期生育良の土壤・地域					
中央北部	0.764	-0.633	-0.543	-0.228	-0.809
南部	0.889	-0.701	-0.069	-0.624	-0.797
初期生育不良の土壤・地域					
中央南部	0.178	-0.329	-0.237	0.411	-0.147
地域平均	0.837	-0.807	-0.518	-0.440	-0.767

注：2 品種 15 カ年のデータ。土壤などは表 4 参照。表中の相関係数の有意水準は、n=30（自由度 27）で、5%が 0.367、1%が 0.470。

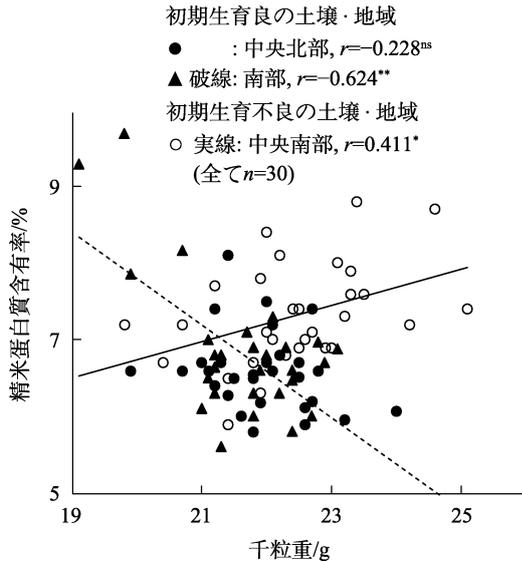


図 12 初期生育が異なる土壤・地域での年次間における千粒重と精米蛋白質含有率との間の関係<sup>16)</sup>

注：各圃場は 2 品種、15 カ年のデータ。土壤などは表 4 参照。\*、\*\*：それぞれ 5、1%水準で有意。

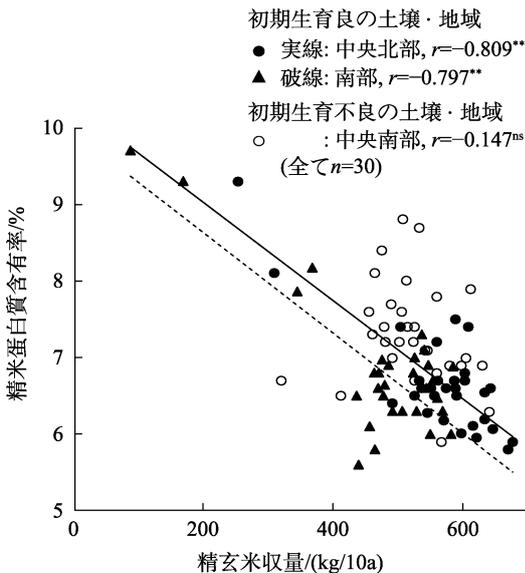


図 13 初期生育が異なる土壤・地域での年次間における精玄米収量と精米蛋白質含有率との間の関係<sup>16)</sup>

注：各圃場は 2 品種、15 カ年のデータ。土壤などは表 4 参照。\*、\*\*：それぞれ 5、1%水準で有意。

それに対し、中央南部地域は、生育初期に風速が大きく土壤窒素可吸態化速度が小さいグライ土（湿田）のため、初期生育が劣る<sup>[20]</sup>（表 3）。同地域では蛋白と m<sup>2</sup> 当たり初数、全重および玄米収量との間にはいずれも明確な関係が認められず、千粒重とは逆に千粒重が重くなるほど高蛋白となった（表 4、図 12~13）。

蛋白と登熟気温との関係では、初期生育が優る中央北部および南部では、不稔歩合が 30% 以上と高いため高蛋白化したデータを除いた場合に、835~840 °C で最低となる二次回帰の関係が見られた。一方、初期生育が劣る中央南部では、それに加えてとくに登熟後半に土壤窒素吸収が多く高蛋白化したと推定される年次のデータを除いた場合に、同様な 832 °C で最低となる二次回帰の関係が見られた。（図 14）。

以上のことから、水稻の初期生育が不良な土壤・地域では、土壤中窒素が生育前半に十分吸収されず、また気温が高くなる夏季に可吸態化が進みやすい。そのため、登熟期でも稲作物体による窒素吸収が比較的多い。とくに登熟期の後半迄、土壤水分が多く高温で稲作物体の老化も進んでいないなどの光合成に良好な条件では、同時に土壤中窒素吸収も多く行われる。その結果、多収化しても低蛋白化しないことや千粒重が重くなるとともに高蛋白化するなど、前項目 3 の北海道水稻栽培全域や本項目 4 の初期生育の良好な土壤・地域で認められた蛋白と生育特性との間の関係とは異なつたと考えられた。

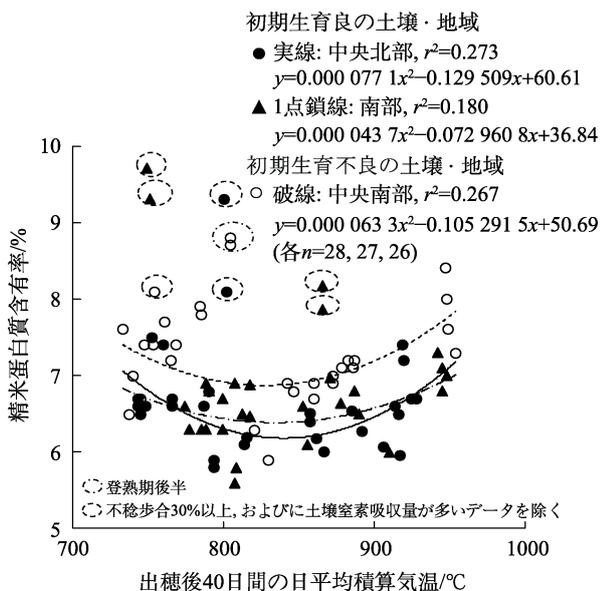


図 14 初期生育が異なる土壤・地域での年次間における出穂後 40 日間の日平均積算気温と精米蛋白質含有率との間の関係<sup>[16]</sup> (不稔歩合 30%以上と登熟期後半に土壤窒素吸収量が多いデータを除く)

注: 2 品種, 15 カ年のデータで, 二次回帰による。土壤などは表 4 参照。中央南部の 1988 年は他の年次に比べ登熟初期に冷温でその後高温となり, 登熟期間が長く, 登熟後半の土壤中窒素吸収が多いと推定された。

### 5 アミロースの年次間地域間差異の発生要因

アミロースは, 年次間および地域間でいずれも登熟気温が高くなるほど低くなった(表 2, 図 15)。一方, 地域間では異なる場合もあるが, 分けつ期の平均気温が高く(年次間で  $r=-0.637^{**}$ ,  $n=16$ , 地域間で  $r=-0.786^{**}$ ,  $n=15$ , 以下同じ), 障害危険期の平均気温が高いほど ( $r=-0.721^{**}$ ,  $r=0.427^{ns}$ ), 出穂期が早くなり, さらに出穂期が早いほど登熟気温が高くなる傾向があった<sup>[21]</sup> ( $r=-0.703^{**}$ ,  $r=-0.415^{ns}$ )。その出穂期促進効果があるため, 地域間での分けつ期の平均気温を除き, 年次間と地域間で, 分けつ期と障害危険期での平均気温がいずれも高いほど低アミロースとなる傾向があった(表 2)。

さらに, アミロースは地域間で登熟日較差気温が低いほど低くなった<sup>[2]</sup>(図 16)。また, 海からの距離が短く, 緯度(北緯)が低いほど低アミロースとなる傾向があった(図 17)。しかし, 海からの距離および緯度と登熟気温との間

には, いずれも一定の関係が認められなかった(表 5)。このことから, 海からの距離および緯度とアミロースとの関係は, 海からの距離が短いほど登熟日較差気温が低くなること, および北海道では緯度が低い稲作地域ほど概して海からの距離が短くなることに加え, 緯度が低いほど日較差気温が低くなる<sup>[23]</sup>(表 5)ためと思われる。

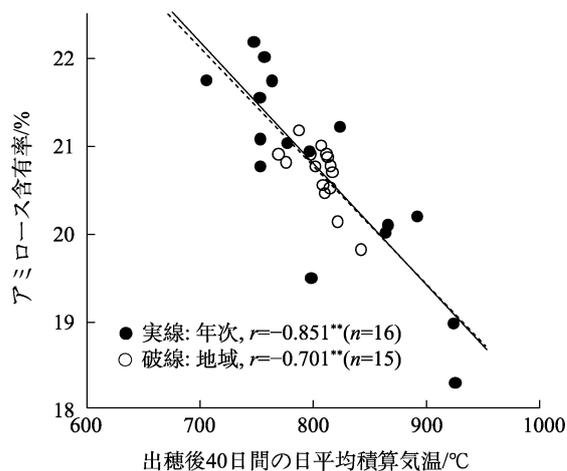


図 15 年次間と地域間における出穂後 40 日間の日平均積算気温とアミロース含有率との間の関係<sup>[5]</sup>  
注: 表 1 参照。\*\*: 1%水準で有意。

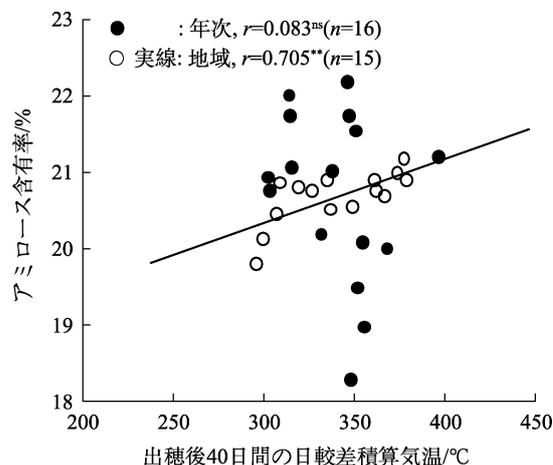


図 16 年次間と地域間における出穂後 40 日間の日較差積算気温とアミロース含有率との間の関係<sup>[22]</sup>  
注: 表 1 参照。\*\*: 1%水準で有意。

以上のように, アミロースは年次間と地域間ともに, 登熟気温が高くなるほど低くなった。一方, 地域間において, 緯度が低く海からの距離が短く登熟日較差気温が低いほど, 低アミロースとなった。

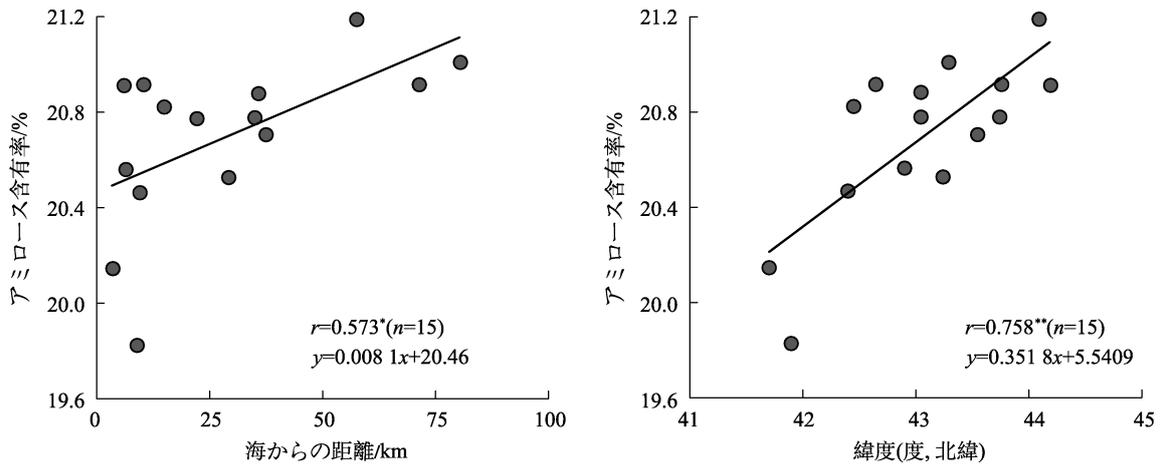


図 17 地域間における海からの距離および緯度（北緯）とアミロース含有率との関係<sup>[22]</sup>

注：\*，\*\*：それぞれ 5，1%水準で有意。

表 5 15 地域間における海からの距離，緯度（北緯），  
出穂後 40 日間の日較差積算気温および同日  
平均積算気温の間の相関係数<sup>[22]</sup>

項目	海からの距離	出穂後 40 日間の日較差積算気温	出穂後 40 日間の日平均積算気温
緯度（北緯）	0.559*	0.737**	-0.236 <sup>ns</sup>
海からの距離		0.697**	0.054 <sup>ns</sup>

注：\*，\*\*：それぞれ 5，1%水準で有意。

引用文献：

[1] 北海道立総合研究機構 上川農業試験場，中央農業試験場。「ゆめぴりか」の当面の品質・食味管理目標. 北海道立総合研究機構 農業技術情報広場 試験研究成果一覧，(2011). <http://www.hro.or.jp/list/agricultural/center/kenkyuseika/panf/23/30.pdf>(2020/3/10 閲覧).

[2] 稲津脩. 北海道産米の食味向上による品質改善に関する研究. 北海道立農業試験場報告，1988，66: 1-89

[3] 古原洋，渡辺祐志，竹内晴信，等. 北海道米の食味・白度の変動要因と高位安定化技術. 北農，2002，69(1): 17-25.

[4] 木下雅文，沼尾吉則，佐藤毅. 北海道産米と府県産米との食味の違いに関する理化学的解析. 育種・作物学会北海道談話会会報，2007，48: 27-28.

[5] 丹野久. 寒地のうるち米における精米蛋白質含有率とアミロース含有率の年次間と地域間の差異およびその発生要因. 日作紀，2010，79(1): 16-25.

[6] 丹野久. 日本の寒冷地における良食味米栽培(日语原文)[J]. 粮油食品科技，2019，27(6): 18-26.

[7] 丹野久. 日本の寒地，北海道におけるうるち米良食味育種（日文）[J/OL]. 粮油食品科技: 1-11. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3863.TS.20201103.1541.004.html>.

[8] 丹野久. 日本寒冷地帯北海道的優良食味米栽培技术研究(译文). 粮油食品科技(中国)，2019，27(6): 10-17.

[9] 丹野久. 日本の寒冷地における良食味米栽培(日语原文). 粮油食品科技(中国)，2019，27(6): 18-26.

[10] 西村実. 北海道水稲品種における障害型冷害による食味特性の低下. 日作紀，1993，62(2): 242-247.

[11] 茶村修吾，金子平一，齊藤祐幸. 登熟期の気温と米の食味との関係 —登熟期間を一定温度とした場合—. 日作紀，

1979，48(4): 475-482.

[12] 佐々木次郎，鶴田廣身，伊藤修. 宮城県におけるササニシキの白米窒素含有率の変動 —m<sup>2</sup> 当たり初数及び出穂期との関係—. 日作東北支報，1993，36: 67-69.

[13] 小田中温美，吉田宏，高橋政夫. 2003 年産米の食味関連成分の特徴. 東北農業研究，2004，57: 13-14.

[14] 本庄一雄. 米のタンパク含量に関する研究 第 1 報 タンパク質含有率の品種間差異ならびにタンパク質含有率に及ぼす気象環境の影響. 日作紀，1971，40(2): 183-189

[15] 前重道雅. 米の食味関与要因の変動に関する研究. 第 3 報 玄米タンパク質含量におよぼす登熟気温の影響. 広島農試報告，1981，44: 39-44.

[16] 丹野久，本間昭，宗形信也，等. 北海道産うるち米の精米蛋白質含有率とアミロース含有率における年次間および地域間差異と生育特性との関係. 日作紀，2010，79(4): 440-449.

[17] 平宏和，平春枝. 北海道産水稲うるち玄米の生産地と化学成分組成. 日作紀，1976，45(2): 343-350.

[18] 平宏和，平春枝，山崎一彦. 水稲玄米のタンパク質・脂質および灰分含量におよぼす土壌型および品種の影響. 日作紀，1977，46(2): 157-163.

[19] 五十嵐俊成，安積大治，竹田一美，等. 北海道米のタンパク質含有率に及ぼす栽培条件の影響. 北農，2005，72(1): 16-25.

[20] 渡辺祐志. 北海道の水田土壌の特徴. 北海道米麦改良協会編，北海道の米作り [2011 年版]. 札幌: 北海道米麦改良協会，2011: 52-61.

[21] 五十嵐俊成，古原洋. 「きらら 397」における登熟温度および枝梗着生位置がアミロース含有率に及ぼす影響. 日作紀，2008，77(2): 142-150.

[22] 丹野久，平山裕治，其田達也. 北海道のうるち米品質における年次間および地域間差異とその発生要因，米の外観品質・食味研究の最前線 [39]. 農及園，2016，91(1): 16-32.

[23] 今久. 温湿度環境. 新版農業気象学. 東京: 文永堂，1992: 21-38. ☞

備考：

1. 参考文献の中で、国家を明記するジャーナル以外、その他はすべて日本語のジャーナルである。

2. 本論文のカラーグラフは本誌のHPサイト (<http://lyspkj.ijurnal.cn/ch/index.aspx>)、中国知網、万方、唯普、超星などのデータベースをダウンロードして取得できる。