

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2022.05.002.en

丹野 久. 日本の寒地, 北海道の稲作限界地帯におけるもち米の精米蛋白質含有率および米粒白度の年次間地域間差異とその発生要因(日语原文)[J]. 粮油食品科技, 2022, 30(5): 35-43.

TANNO H. Variation of the protein content and whiteness of glutinous rice grains among years and among areas, and its occurrence factors in the coldest regions for rice cultivation in Hokkaido, Japan[J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2022, 30(5): 35-43.

# 日本の寒地, 北海道の稲作限界地帯 におけるもち米の精米蛋白質含有率 および米粒白度の年次間地域間差異 とその発生要因 (日语原文)

丹野 久

(日本水稻品質・食味研究会, 日本 東京都中央区, 104-0033)

**摘 要:** 北海道では, もち米は最も冷涼な稲作地帯で生産される。その作柄が大きく変動した 4 カ年の 6 栽培地域で, 年次間では, 障害型冷害危険期の気温が高く不稔歩合が低く, また出穂後 40 日間の日平均積算気温(登熟気温)が高く千粒重が重く多収なほど, 低蛋白となり玄米と精米の白度は高くなった。一方, 地域間では, これらの関係が概して明確ではなかった。このことは年次間の最小値最大値の差異および変動係数が地域間に比べ, 精米蛋白質含有率(蛋白質)では 1.0, 1.3 倍と同じかやや大きく, 生育期別気温や生育特性では 1.3~8.5 倍, 米粒の両白度でも 1.6~2.6 倍と大きいためであった。なお, 蛋白質は登熟気温が年次地域込みで 849 °C で最低となる二次回帰を示した。また, 年次と地域の各平均値が, 障害型冷害危険期の平均気温で低く不稔歩合で高く, 千粒重で軽く玄米収量で低く, 蛋白質で高く米粒両白度で低く, すなわちそれらが不良なほど, 年次では地域間, 地域では年次間における変動係数が大きかった。さらに, 米粒の両白度はいずれも 1 m<sup>2</sup> の 1 畝当たりの登熟気温との間に正の相関関係を示し, 目標の玄米白度を獲得するための同 1 畝当たり登熟気温および目的地域の平年の登熟気温から m<sup>2</sup> 当たりの畝数を求めることにより, 目標の玄米白度を獲得するための施肥窒素量が算定できた。

**キーワード:** 精米蛋白質含有率; 米粒白度; 年次間地域間差異; もち米; 稲作限界地帯

**中图分类号:** TS5-33; S511      **文献識別コード:** A      **文章番号:** 1007-7561(2022)05-0035-09

**ネットワークの最初発表時間:** 2022-09-01 17:16:22

**ネットワークの最初発表アドレス:** <https://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3863.ts.20220831.1925.024.html>

投稿日時: 2021-11-01

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 PC13-17 にて具体的に掲載しており, 本論文の中国語訳文は P26-34 を参照できる。

## Variation of the Protein Content and Whiteness of Glutinous Rice Grains Among Years and Among Areas, and its Occurrence Factors in the Coldest Regions for Rice Cultivation in Hokkaido, Japan

Hisashi TANNO

(Japanese Society for Rice Quality and Palatability, Chuo-ku, Tokyo 104-0033, Japan)

**Abstract:** Glutinous rice is produced in the coldest and the severest regions for rice cultivation in Hokkaido, Japan. The rice quality of four years and six cultivation areas with large fluctuation in yield and quality was investigated. Among years, the higher the temperature during the stage sensitive to sterile-type cool injury, the lower the sterility. Moreover, the higher the cumulative daily mean temperature during 40 days after heading (grain-filling temperature), the heavier the 1 000-kernel-weight, the higher the grain yield, the lower was the protein content and the higher were the whiteness of both brown and milled rice. However, the correlation among different planting areas was not clear. This was because, compared to the range of the regional variation (differences between the two extreme values and coefficients of variation), the range of the yearly variation in protein content was 1.0 and 1.3 times larger, the mean temperatures during some growth stages and growth characteristics like grain yield were 1.3~8.5 times higher, and the whiteness of both brown and milled rice were 1.6~2.6 times larger. It should be noted that the protein content was the lowest in the quadratic regression relationship at a grain-filling temperature of 849 °C, among the 6 areas\_during the 4 years. In addition, concerning the mean values for year and area, the lower the temperature during the sensitive stage to sterile-type cool injury, the higher the sterility, the lighter the 1 000-kernel-weight, the lower the grain yield, the higher the protein content, the lower the whiteness of both brown and milled rice; namely, the worse these characteristics, the larger the coefficient of variation among areas and years. Moreover, the whiteness of both brown and milled rice showed positive relationships with grain-filling temperature per one unhulled rice in one square meter. Therefore, the number of unhulled rice in one square meter could be calculated from the grain-filling temperature per one unhulled rice to reach the target value of whiteness of brown rice and the grain-filling temperature in a normal year in the target area, and then the amount of nitrogen fertilizer application to obtain the target value of whiteness of brown rice could be determined.

**Key words:** protein content; whiteness of rice grains; variation among years and among areas; glutinous rice; coldest regions for rice cultivation

北海道における糯品種の作付け地域は、粳品種からの飛散花粉との交雑により胚乳が粳性となるキセニア粒の発生や粳粒の機械的混入により品質を低下させないために、粳品種の作付け地域から離れた地域で、もち米生産団地を形成している<sup>[1]</sup>。これらの地域は、北海道の稲作地帯の中でも気象条件が厳しい稲作の限界地帯である(図 1)。そのため、北海道のもち米の作柄は気象条件の影響を受けやすく、年次間差異や地域間差異が生じやすい(図 2)。もち米

は加工原料となることが多く、品質はその利用上重要である。もち米品質の安定化を図るためには、もち米品質の年次間と地域間の差異およびその発生要因を明らかにすることが必要である。

そこで、北海道のもち米の作柄が大きく異なった 2000—2003 年の 4 カ年に生産された糯品種「はくちょうもち」<sup>[2]</sup>の玄米サンプルを、糯品種作付けの主要な地域から収集した。例えば、水稲作付けのほとんどが糯品種である網走地域において、これら年次の玄米収量は、86~

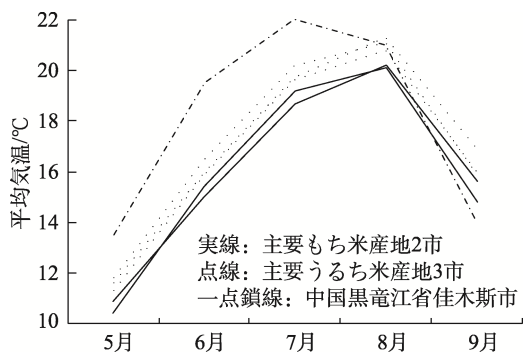


図 1 日本北海道の主要なもち米産地およびうるち米産地における水稻栽培期の平均気温の推移

7 月平均気温が低い順に、もち米産地(北緯, 東経, 度): 北見市 (43.8, 143.9) と名寄市 (44.4, 142.5), うるち米産地: 滝川市 (43.6, 141.9), 岩見沢市 (43.2, 141.8) および旭川市 (43.8, 142.4)。気象データ, 佳木斯市 (北緯 46.8 度, 東経 130.3 度) は <https://www.chinaviki.com/service/china-weather/Heilongjiang/Jia-Mu-Si/> の日最低最高気温の平均, 他は日本気象庁アメダスによる。

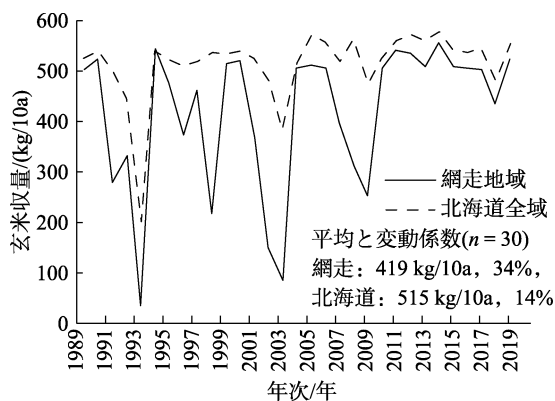


図 2 稲作限界地帯の糯品種作付け地域である網走(オホーツク)地域および北海道全域における玄米収量の年次推移<sup>[1]</sup>

2013 年以降には網走地域に十勝地域も含む。北海道全域には粳品種の他に糯品種の作付け 7.1%±0.92% を含む。

520 kg/10a, 平均 281 kg/10a, 変動係数 71% で, 最小値と最大値の差異が 434 kg/10a と大きかった。これは網走地域で同品種が多く作付けされた 1991—2010 年の 20 カ年の玄米収量 35~546 kg/10a, 平均 368 kg/10a, 変動係数 42% と比べ, 最小値最大値の差異の比で 0.85 倍とやや小さいにすぎず, 変動係数が 1.7 倍と大きかった<sup>[1]</sup>。すなわち, 本収集サンプルを分析調査することにより, 北海道もち米品質の年次間と地域間の差異を明らかにできると考えられる。

以上のことから, これらのサンプルを用いて, もち米品質である精米蛋白質含有率(以下,

蛋白質と記す), 米粒白度, 検査等級に関わる米粒外観品質, および搗き餅の硬化性とそれに関係する糊化特性等を分析した。その分析データを, 糯品種作付けの主要な地域である 6 地域に分け, 年次間差異と地域間差異およびそれらと気象や水稻生育特性との間の関係を調査した<sup>[3]</sup>。

例えば, もち米品質の中で, 蛋白質は搗き餅の食味<sup>[4]</sup>および餅生地<sup>[5]</sup>の伸展性<sup>[5]</sup>や膨化伸長性<sup>[6]</sup>に影響し, 低いことが要望される。また, 精米白度はもち米を原料とする製造品の外観に影響するため, 高いことが重要である<sup>[7]</sup>。しかし, 北海道のもち米は東北以南のもち米に比べ, 従来, 蛋白質が高く精米白度も劣るとされる<sup>[7-8]</sup>

(図 3, 図 4)。そこで, 本報では, まず蛋白質

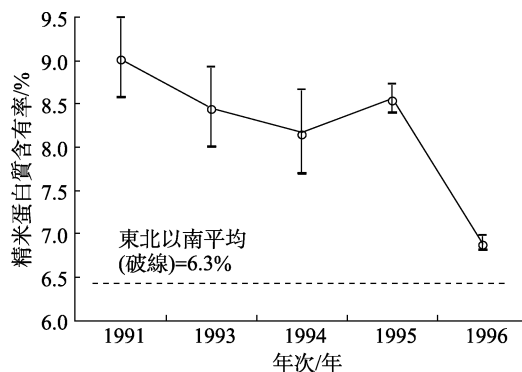


図 3 北海道もち米における精米蛋白質含有率の年次推移と東北以南産との比較<sup>[8]</sup>

折れ線の○は各年次の平均で, 誤差線は標準偏差。1991, 1993—1996 年の北海道立上川農業試験場, 同北見農業試験場での糯品種系統 191 点を供試。東北以南品種は 1991, 1992, 1994 年に入手した糯品種 16 点の平均。

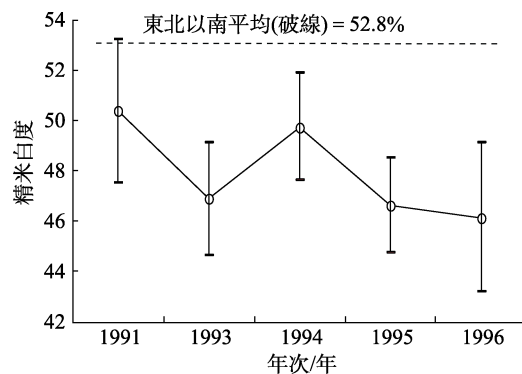


図 4 北海道もち米における精米白度の年次推移と東北以南産との比較<sup>[8]</sup>

図 3 の脚注参照。

および米粒白度についての年次間と地域間の差異およびその発生要因を解明し、さらに目標とする米粒白度を得るための施肥量を算出する方法を示した<sup>[9]</sup>。

## 1 栽培期と生育期別の気温および生育特性の年次間地域間の差異

栽培期の栄養成長期、すなわち出穂期前にほぼ当たる 5-7 月積算気温、出穂開花期から登熟期にほぼ当たる 8-9 月の積算気温、および出

穂前 24 日以降 30 日間（以下、障害型冷害危険期と記す）の平均気温と出穂後 40 日間の日平均積算気温（以下、登熟気温と記す）において、最小値と最大値の差異および変動係数は、年次間を地域間に比べると、2.5~8.5 倍と年次間が大きかった。さらに生育特性においても同様に年次間を地域間に比べると、出穂期は 0.9, 1.1 倍とほぼ同じであるが、この出穂期を除いた不稔歩合、千粒重および玄米収量では、1.3~1.8 倍と年次間が同様に大きかった（表 1）。

表 1 北海道もち米の試験年次別と地域別における栽培期間の日平均積算気温、生育期別気温および生育特性<sup>[3,10]</sup>

年次 (n=4) または地域 (n=6)	日平均積算気温		出穂期 (7月1日=1)	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	不稔歩合 /%	千粒重/g	玄米収量 / (kg/10a)	精米蛋白質含有率/%	玄米白度	精米白度
	5-7 月 /°C	8-9 月 /°C									
平均	1 408	1 073	32.5	19.7	767	22.5	20.1	402	9.0	23.6	48.4
最小 (A)	1 351	1 014	28.9	17.9	712	5.7	19.2	270	8.4	21.6	45.1
最大 (B)	1 495	1 193	34.8	21.7	873	42.3	21	514	9.9	26.5	53.1
変動係数 (C)	4.5	7.6	8.4	7.9	9.4	71.6	3.9	28.4	8.9	9.2	7.7
分散分析	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
平均	1 408	1 073	32.5	19.7	767	22.5	20.1	402	9.0	23.6	48.4
最小 (D)	1 384	1 036	29.9	19.1	755	12.5	19.3	308	8.4	22.3	45.2
最大 (E)	1 441	1 098	36.5	20.1	776	37.8	20.4	489	9.9	24.4	50.2
変動係数 (F)	1.7	2.4	7.8	1.8	1.1	44.9	2.2	17.8	7.1	3.6	4.3
分散分析	*	**	**	*	ns	**	**	**	**	ns	ns
変動比 (B-A)/(E-D)	2.5	2.9	0.9	3.8	7.7	1.4	1.6	1.3	1.0	2.3	1.6
C/F	2.6	3.1	1.1	4.4	8.5	1.6	1.8	1.6	1.3	2.6	1.8

2000—2003 年、各地域とも代表的な 2~3 市町村の平均で、年次は 6 地域、地域は 4 年次の平均。供試品種は「はくちょうもち」。日平均気温は日最高気温と日最低気温の平均。出穂期は 7 月 1 日 = 1 とした数字で示し、例えば 8 月 1 日 = 32。障害型冷害危険期は出穂前 24 日以降 30 日間。\*, \*\*はそれぞれ 5%, 1% 水準で有意差あり。

## 2 精米蛋白質含有率と米粒白度の年次間地域間差異

蛋白質における最小値と最大値の差異および変動係数は、年次間と地域間でそれぞれ、同差異 1.5 ポイント（最小値 8.4%~最大値 9.9%、以下同じ）と変動係数 8.9%, 1.5 ポイント（8.4%~9.9%）と 7.1% であった。同様に、玄米白度が 4.9（21.6~26.5）と 9.2, 2.1（22.3~24.4）と 3.6, 精米白度が 8.0（45.1~53.1）と 7.7, 5.0（45.2~50.2）と 4.3 であった。これらの最小値最大値の差異と変動係数は年次間を地域間に比

べると、蛋白質がそれぞれ 1.0, 1.3 倍と同じか年次間がやや大きく、玄米白度は 2.3, 2.6 倍、精米白度は 1.6, 1.8 倍と年次間が地域間よりも大きかった（表 1）。

以上のことから、栽培期の気温は年次間差異が地域間差異よりも大きく、そのため水稻生育期の気温も同様に年次間差異が大きくなった。その影響から、玄米収量を含む水稻生育の特性でも出穂期を除いて年次間差異が大きかった。そのため、蛋白質は年次間差異が地域間差異と同じかやや大きく、玄米白度と精米白度は年次間が大きかった。

### 3 栽培期と生育期別の気温や生育特性での年次と地域の各平均値と変動係数との間の関係

年次と地域での各平均値と年次では各年次に供試した6地域間の変動係数, 地域では各地域の4年次間の変動係数との間の関係をみると, 5-7月および8-9月の積算気温では5-7月の年次間のみで負の相関関係にあり, 同積算気温が低い年ほど地域間の変動が大きくなった。また, 出穂期と登熟気温では年次間と地域間とも一定の関係が見られなかったが, 障害型冷害

危険期の平均気温では年次間と地域間ともに負, 不稔歩合では正, 千粒重および玄米収量ではいずれも負の相関関係が見られた(表2, 図5)。

蛋白質の平均値と変動係数との関係では, 年次と地域ともに, 平均値が高いほど変動係数が大きかった(表3, 図6, 図7)。ただし, 年次地域込みでは蛋白質が10.5%をこえると, 変動係数が小さくなる傾向があった。すなわち, 地域全体が高蛋白化することで均一化していると推察された。また, 玄米白度と精米白度でも年次と地域ともに平均値が低いほど変動係数が大きかった(表3, 図8, 図9)。

表2 北海道もち米の栽培期間と生育期別の気温および生育特性における試験年次と地域の各平均値と変動係数との間の相関係数<sup>[10]</sup>

年次 (n=4) または地域 (n=6)	日平均積算気温		出穂期	障害型冷害 危険期の 平均気温	出穂後40日 間の日平均 積算気温	不稔歩合	千粒重	玄米収量
	5-7月	8-9月						
年次	-0.999***	-0.474	-0.514	-0.787	0.096	0.983*	-0.970*	-0.993**
地域	0.095	-0.411	-0.329	-0.836*	0.400	0.701	-0.794	-0.966**

平均値と変動係数との相関係数で, 年次は各年次での6地域間の変動係数, 地域は各地域での4年次間の変動係数との間の相関。具体的データは表1参照。\*, \*\*, \*\*\*はそれぞれ5%, 1%, 0.1%水準で有意。

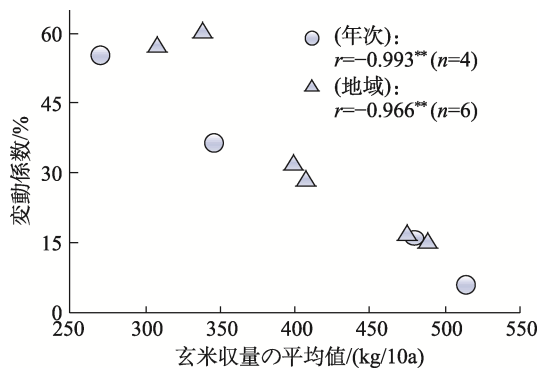


図5 玄米収量における平均値と変動係数との間の関係<sup>[10]</sup>

平均値と変動係数との間の相関係数は, 表2の脚注を参照。\*\*は1%水準で有意。

表3 北海道もち米の精米蛋白質含有率と米粒白度における試験年次と地域の各平均値と変動係数との間の相関係数<sup>[10]</sup>

年次 (n=4), 地域 (n=6) または年次 と地域込み (n=24)	精米蛋白質 含有率	玄米白度	精米白度
年次	0.875	-0.833	-0.825
地域	0.928**	-0.912*	-0.946**
年次と地域込み	0.241	-0.611**	-0.735***

平均値と変動係数との間の相関係数は, 表2の脚注を参照。具体的データは表1を参照。\*, \*\*, \*\*\*はそれぞれ5%, 1%, 0.1%水準で有意。

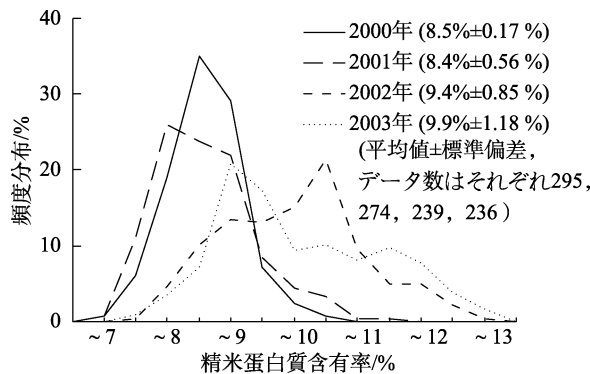


図6 精米蛋白質含有率の年次別頻度分布

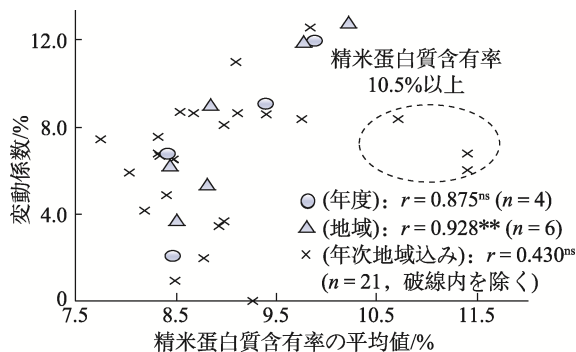


図7 精米蛋白質含有率における平均値と変動係数との間の関係<sup>[10]</sup>

平均値と変動係数との間の相関係数は, 表2の脚注を参照。\*\*は1%水準で有意。

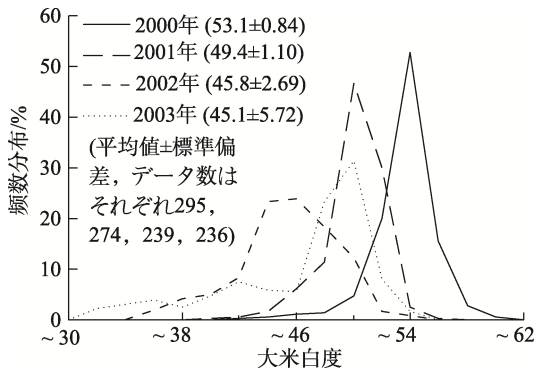


図 8 精米白度の年次別頻度分布

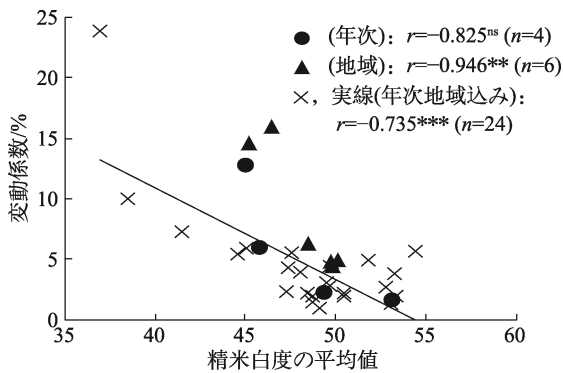


図 9 精米白度における平均値と変動係数との関係<sup>[10]</sup>

平均値と変動係数との相関係数は、表 2 の脚注を参照。実線の回帰式、 $y = -0.764x + 41.54$ 。\*\*, \*\*\*はそれぞれ 1%、0.1%水準で有意。

以上のように、玄米収量および蛋白質、米粒の両白度が不良な年次や地域ほどそれぞれ地域間および年次間の変動係数が大きくなった。これらのことは、一定品質の米を安定的に生産する上で困難な要因であると推察された。

#### 4 精米蛋白質含有率, 米粒白度, 生育期別気温および生育特性との関係

年次間では、出穂期が早く、障害型冷害危険期の平均気温が高く不稔歩合が低く、登熟期の日照時間（以下、登熟日照と記す）が長く千粒重が重く多収なほど、蛋白質が低くなった（表 4, 図 10~12）。一方、地域間では蛋白質と不稔歩合、玄米収量および千粒重との間に年次間と同様な関係が認められたが、他の形質との関係は不明確であった。なお、蛋白質は年次と地域込みで、登熟気温が 849 °C で最低になりそれより低くあるいは高くなるにともない高くなった（図 13）。

玄米白度と精米白度の間には年次間、地域間でいずれも明確な正の相関関係があった

表 4 北海道もち米の年次間と地域間における精米蛋白質含有率, 米粒白度, 生育特性および生育期別気温の間の相関係数<sup>[10]</sup>

項目 (データ数)	形質	玄米白度	精米白度	玄米収量	千粒重	出穂期	不稔歩合	障害型冷	出穂後 40	出穂後 40
								害危険期 の平均 気温	日間の日 平均積算 気温	日間の日 積算日照 時間
年次 (4)	精米蛋白質含有率	-0.859	-0.882	-0.994	-0.952	0.837	0.971	-0.809	-0.549	-0.748
	玄米白度		0.994	0.909	0.951	-0.984	-0.939	0.954	0.888	0.540
	精米白度			0.928	0.945	-0.994	-0.940	0.920	0.878	0.625
	玄米収量				0.972	-0.889	-0.986	0.856	0.635	0.729
	千粒重					-0.902	-0.998	0.950	0.702	0.557
地域 (6)	精米蛋白質含有率	-0.952	-0.951	-0.865	-0.980	0.352	0.879	-0.322	-0.155	-0.629
	玄米白度		0.999	0.918	0.992	-0.448	-0.927	0.469	0.432	0.431
	精米白度			0.910	0.990	-0.408	-0.911	0.485	0.417	0.454
	玄米収量				0.898	-0.663	-0.950	0.231	0.357	0.437
	千粒重				1.000	-0.417	-0.913	0.449	0.340	0.486
年次と地域 込み (1 044 また は 24 <sup>#</sup> )	精米蛋白質含有率	-0.704	-0.745	-0.764	-0.726	0.493	0.768	-0.528	-0.394	-0.444
	玄米白度		0.889	0.738	0.800	-0.538	-0.815	0.755	0.723	0.310
	精米白度			0.754	0.780	-0.566	-0.804	0.657	0.634	0.371
	玄米収量 <sup>#</sup>				0.892	-0.734	-0.937	0.668	0.518	0.463
	千粒重 <sup>#</sup>					-0.618	-0.931	0.782	0.595	0.424

障害型冷害危険期は、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。 $n=4$  (自由度 2) では 5%が 0.950, 1%が 0.990, 0.1%が 0.999,  $n=6$  (自由度 4) ではそれぞれ 0.811, 0.917, 0.974,  $n=24$  (自由度 22) では、0.404, 0.515, 0.629,  $n=1 044$  (自由度 1 042) では 0.052, 0.068, 0.086。



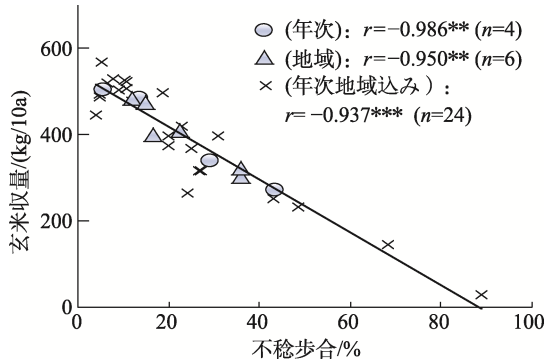


图 10 不稔歩合と玄米収量との関係<sup>[10]</sup>

実線の回帰式,  $y = -6.123x + 538.3$ . \*, \*\*, \*\*\*はそれぞれ 5%, 1%, 0.1%水準で有意。

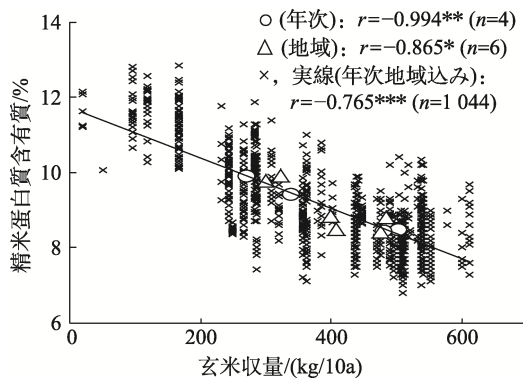


图 11 玄米収量と精米蛋白質含有率との関係<sup>[10]</sup>

実線の回帰式,  $y = -0.0067x + 11.74$ . \*, \*\*, \*\*\*はそれぞれ 5%, 1%, 0.1%水準で有意。

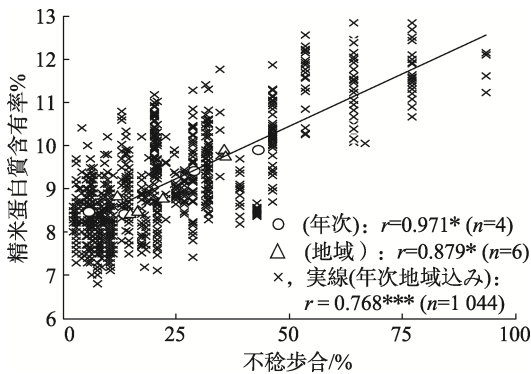


图 12 不稔歩合と精米蛋白質含有率との関係<sup>[10]</sup>

実線の回帰式は,  $y = 0.0488x + 8.02$ . \*, \*\*\*はそれぞれ 5%, 0.1%水準で有意。

(图 14)。また, 年次間では, 障害型冷害危険期および登熟気温が高いほど, 不稔歩合が低く千粒重が重く多収となり, 蛋白質が低く玄米白度と精米白度が高かった(表 4, 图 15~17)。一方, 地域間では, 米粒の両白度は, 不稔歩合が低く千粒重が重く多収で低蛋白になるほど高くなったが, 登熟気温および登熟日照の間には

明確な関係がなかった。

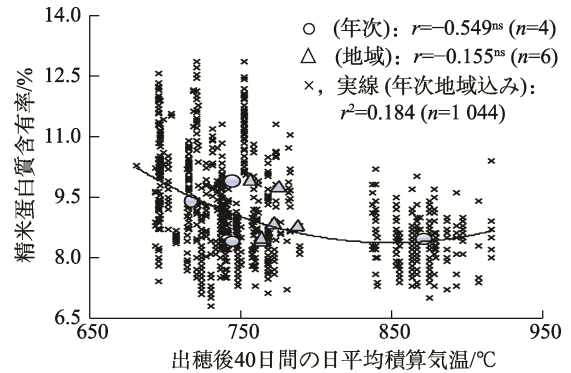


图 13 出穂後 40 日間の日平均積算気温と精米蛋白質含有率との関係<sup>[10]</sup>

実線の回帰式,  $y = 0.0000652x^2 - 0.110675x + 55.36$ 。

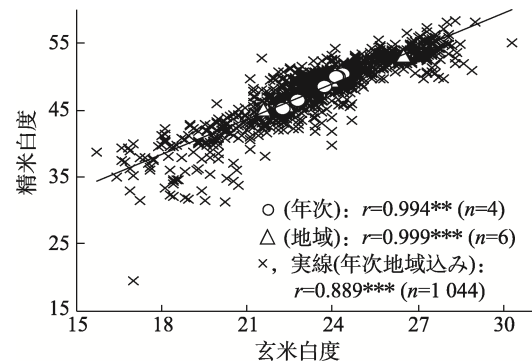


图 14 玄米白度と精米白度との関係

実線の回帰式,  $y = 1.765x + 6.59$ . \*\*, \*\*\*はそれぞれ 1%, 0.1%水準で有意。

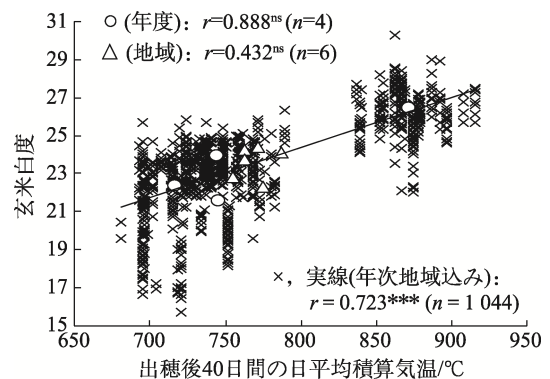


图 15 出穂後 40 日間の日平均積算気温と玄米白度との関係

実線の回帰式,  $y = 0.0264x + 3.23$ . \*\*\*は 0.1%水準で有意。

すなわち, 前述の項目 1 と項目 2 から, 生育気温や生育特性の間では最小値最大値の差異や変動係数が地域間に比べ年次間で大きかった。そのため, それらの間の相関関係も年次間で地域間より明確であった。また, これらの相

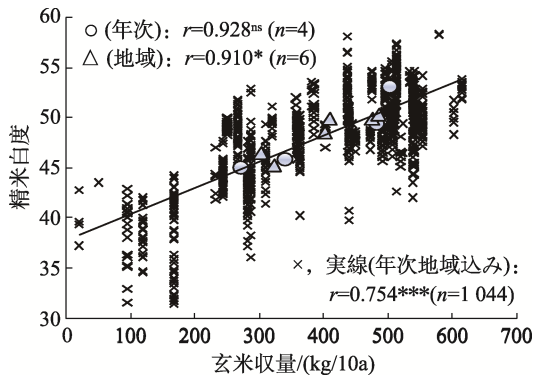


图 16 玄米収量と精米白度との関係<sup>[10]</sup>

実線の回帰式,  $y = 0.0263x + 37.68$ . \*, \*\*\*はそれぞれ 5%, 0.1%水準で有意。

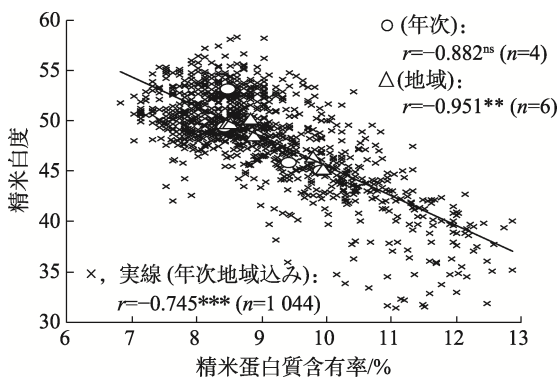


图 17 大米蛋白质含量与大米白度之间的关系<sup>[10]</sup>

実線の回帰式,  $y = -2.955x + 75.01$ . \*\*, \*\*\*はそれぞれ 1%, 0.1%水準で有意。

関関係から、前述の項目 3 における年次と地域の各平均値と変動係数との間の関係では、5—7 月の気温低下が障害型冷害危険期の気温低下を生じさせ、不稔を発生させるとともに籾殻形成の抑制を通して千粒重を軽くさせ<sup>[11]</sup>、玄米収量を低下させ、蛋白質を上昇させて米粒の両白度を低下させたことが、年次と地域のいずれにおいても、それらが不良なほど変動係数を大きくした要因となっていると推察した。

## 5 低蛋白米生産技術および目標の米粒白度に基づいた施肥量の決定

生産米の良質化のため、蛋白質を下げるとともに米粒の両白度を高めるには、蛋白質と米粒の両白度との間には負の相関関係が認められることから(表 4, 図 17), 栽培に当たり蛋白質を低下させることが重要である。そのため、うるち米の良食味化を目的に開発された低蛋白

米生産技術を励行する必要がある<sup>[12]</sup>。

さらに、玄米白度と精米白度は  $1 \text{ m}^2$  の 1 畝当たりの登熟気温(以下、1 畝当たりの登熟気温と記す)といずれも正の相関関係が見られた(図 18, 図 19)。ここで、玄米白度の目標値を、既報<sup>[7]</sup>で目標値に設定された精米白度 50 に相当する 25(図 14)とすると、その一次回帰式から、1 畝当たりの登熟気温は  $0.025 \text{ }^\circ\text{C}/\text{粒}/\text{m}^2$  以上が必要であった。同  $0.025 \text{ }^\circ\text{C}/\text{粒}/\text{m}^2$  は、平年気象の登熟気温を主要なもち米産地の 1 つである名寄市を例にして  $760 \text{ }^\circ\text{C}$  とすると、 $\text{m}^2$  当たり初数は 30,000 であった(図 20)。また、 $\text{m}^2$  当たり初数 30,000 に対応する成熟期の窒素吸収量は  $10 \text{ kg}/10\text{a}$  であった(図 21)。さらに、土壌別の施肥量と成熟期窒素吸収量および玄米収量との間の関係を明らかにし、また目標収量を考慮し、目

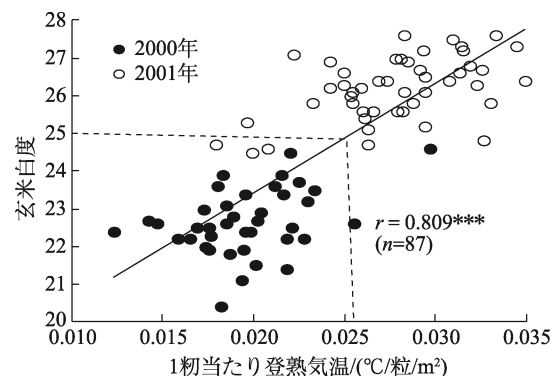


图 18  $1 \text{ m}^2$  の 1 畝当たり出穂後 40 日間の日平均積算気温 (1 畝当たり登熟気温) と玄米白度との関係<sup>[9]</sup>

現地実態調査による。図中の点線は、玄米白度が 25 以上であるためには  $1 \text{ m}^2$  の 1 畝当たりの登熟気温が  $0.025 \text{ }^\circ\text{C}/\text{粒}/\text{m}^2$  以上必要であることを示す。\*\*\*は 0.1%水準で有意。

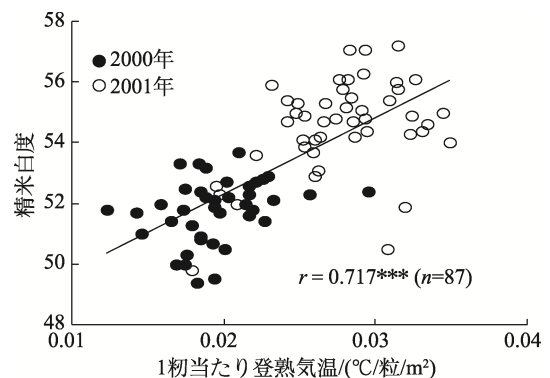


图 19  $1 \text{ m}^2$  の 1 畝当たり出穂後 40 日間の日平均積算気温 (1 畝当たり登熟気温) と精米白度との関係<sup>[9]</sup>  
 現地実態調査による。\*\*\*は 0.1%水準で有意。



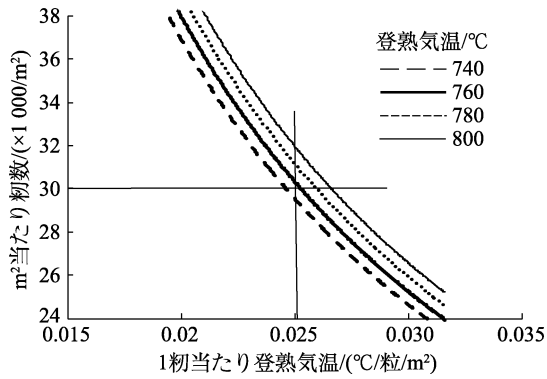


図 20 1 m<sup>2</sup> の 1 粒当たり出穂後 40 日間の日平均積算気温 (1 粒当たり登熟気温) と m<sup>2</sup> 当たり初数 および登熟気温との関係<sup>[9]</sup>

(等高線図推定式) 図中の曲線は登熟気温 (°C) を示す。図中の 2 直線から、図 18 での玄米白度 25 となる 1 粒当たりの登熟気温 0.025 °C/粒/m<sup>2</sup> を確保するには、登熟気温の等高線図 760 °C の場合、m<sup>2</sup> 当たり初数は約 30,000 が上限である。

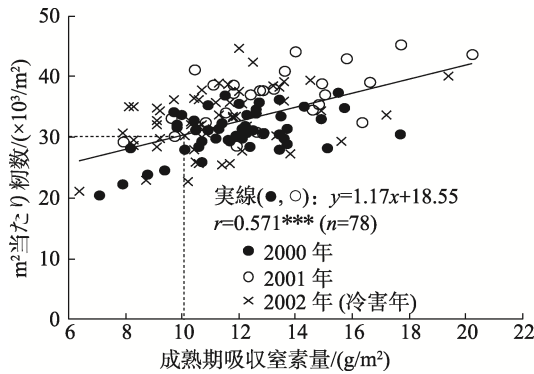


図 21 成熟期窒素吸収量と m<sup>2</sup> 当たり初数との関係<sup>[9]</sup>

2002 年は冷害年のため回帰分析から除外した。図中の点線は、成熟期吸収窒素量 10 g/m<sup>2</sup> の m<sup>2</sup> 当たり初数は 30,000/m<sup>2</sup>であることを示す。\*\*\*: 0.1%水準で有意。

標の玄米白度を得るための土壌別での施肥量が決定できた<sup>[9]</sup>。

引用文献:

- [1] 北海道農政部 生産振興局農産振興課編. 米に関する資料[生産・価格・需要] (令和 2 年 10 月) 北海道農政部 生産振興局農産振興課 北海道の水田農業(2020)[R]. [http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ns/nsk/kome/01\\_r2zentai\\_1.pdf](http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ns/nsk/kome/01_r2zentai_1.pdf) (2021/5/18 閲覧).
- [2] 本間昭, 楠谷彰人, 前田博, 等. 水稲糯新品種「はくちようもち」の育成について[J]. 北海道立農試集報, 1991, 62: 1-11.
- [3] 丹野久, 木下雅文, 佐藤毅. 寒地における水稲もち米品質の年次間と地域間の差異およびその発生要因[J]. 日作紀, 2009, 78(1): 50-57.
- [4] 杉浦和彦, 坂紀邦, 藤藤悟. 水稲糯品種における育種選抜のための餅硬化性及び切り餅食味の簡易評価法[J]. 日作紀, 2005, 74(1): 30-35.
- [5] 中森朋子. もち生地物性と色の評価, 良食味と多様なニーズに対応する米の品種開発と技術改善の新たな取り組み(米セミナー収録)[R]. 北海道立農業試験場資料, 2005, 35: 61-65.
- [6] 柳瀬肇, 大坪研一, 橋本勝彦. もち米の品質と加工適性に関する研究 (第 6 報) もち生地の湯溶けならびに膨化伸展性の銘柄間差異[J]. 食総研報, 1984, 45: 1-8.
- [7] 平山裕治. 北海道もち米の実需実態と理化学特性[J]. 北農, 2001, 68(4): 355-360.
- [8] 柳原哲司. 北海道米の食味向上と用途別品質の高度化に関する研究, 北海道もち米の加工適性向上に関する技術開発[R]. 北海道立農業試験場報告, 2002, 101: 55-62.
- [9] 五十嵐俊成, 後藤英次, 中森朋子. 主食用もち米の栽培管理指針の策定[J]. 土肥誌, 2004, 75(1): 109-114.
- [10] 丹野久, 木下雅文, 佐藤毅. 北海道の水稲もち米品質における年次間と地域間差異およびその発生要因, 米の外観品質・食味研究の最前線 [40] [J]. 農及園, 2016, 91(4): 455-467.
- [11] 松島省三. 稲作の理論と技術 一収量成立の理論と応用一[M]. 東京: 養賢堂, 1960: 1-302.
- [12] 丹野久. 日本の寒冷地における良食味米栽培(日本語原文)[J]. 粮油食品科技, 2019, 27(6): 18-26. 完