

小麦におけるアミラーゼ活力の変異に及ぼす温度の影響

池田, 一
九州大学農学部

<https://doi.org/10.15017/21552>

出版情報 : 九州大学農学部学藝雑誌. 18 (4), pp.371-379, 1961-07. 九州大学農学部
バージョン :
権利関係 :

小麦におけるアミラーゼ活力の変異に及ぼす 温度の影響

池 田 一

The effect of temperature on the variation of amylase activity in the germinating seeds of wheat

Hajime Ikeda

緒 言

異なる栽培地域から集められた小麦品種の発芽種子におけるアミラーゼ活力の変異の中には、遺伝的変異と環境変異が含まれていることはすでに報告した。^{5,6)}

この報告は、とくに環境変異に及ぼす温度の影響についての実験的結果と、この環境変異と遺伝的変異の間に見られる平行的な適応現象について検討したものである。これが生物における「環境と変異」の問題についての一資料ともなれば幸いである。

この実験を行なうにあたり、有益な示唆と指導を賜った永松土巳教授ならびに江原薫教授に対し、また小麦の栽培と採種に御協力下さった岩下友記・吉山武敏・増淵法之の諸氏に深甚の謝意を表す。

材 料 と 方 法

この実験に用いた小麦品種は、秋播型の品種として小麦農林8号、中間型品種として北陸35号、春播型品種として小麦農林60号、およびダンチコムギの計4品種であるが、これらは1957年に全国の各都道府県立農業試験場から奨励品種3点ずつを取り寄せ、以後九州大学内の圃場で栽培・採種されて来たものの中から選んだ。

アミラーゼ活力の測定は、吸水させた種子を3昼夜20°Cの定温器で催芽させ、その発芽種子の中から中庸のものを10粒ずつ選び、乳鉢ですりつぶしたのち、水200ccを加え、マルサン式ウォーリングブレンダーで攪拌粉碎して酵素液を調製し、Ballsの方法⁷⁾に従ってこの酵素液によつて、でんぷん溶液を加水分解させ、生じた還元性物質の量をチオ硫酸ソーダの滴定数(cc)で示す方法を用いた。測定は3回以上行なつてその平均値をとることにした。測定誤差は大体0.10cc以下である。

実 験 結 果

1) ファイトロンでの実験

供試品種には小麦農林8号とダンチコムギの2品種を用い、栽培法は1/5万反ポットにパーミキュライトをつめ、それにN, P₂O₅, K₂Oがおのおの0.5gずつとなるように、硫安・過磷酸石灰・塩化加里を施し、1959年1月13日に催芽種子を播種してただちに昼夜

の温度が 25~20, 20~15, 15~13°C に調節されたファイトトロンに入れて生育させた。農林8号は 25~20°C 区において生育は正常でなかつたが結局他の温度区と同時に収穫した。秋播性程度Vの農林8号が、ほとんど低温に曝されないで収穫した点については今後検討されねばならないと考えている。

Table 1. Comparison of the date of heading and harvest, and some characters in wheat grown under the three temperature conditions. (1960)

Variety	Temp. (°C)		Date of heading	Date of harvest	Length of culm (cm)	Length of ear (cm)	Ear No. per pot	Weight of 50 grains (g)
	Day	Night						
Norin No. 8	15	13	May 27	Jul. 22	123.3	7.6	18.3	2.08
	20	15	May 27	Jul. 15	119.3	6.1	23.3	1.58
	25	20	May 27	Jul. 10	95.0	5.8	20.0	1.43
Danchi-komugi	15	13	Apr. 20	Jun. 20	71.3	8.5	17.0	1.28
	20	15	Mar. 31	May 13	63.5	8.0	11.0	1.33
	25	20	Mar. 17	Apr. 30	43.3	7.3	10.8	1.26

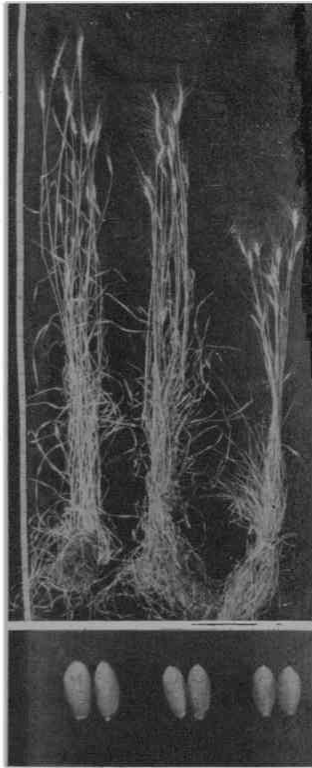


Fig. 1

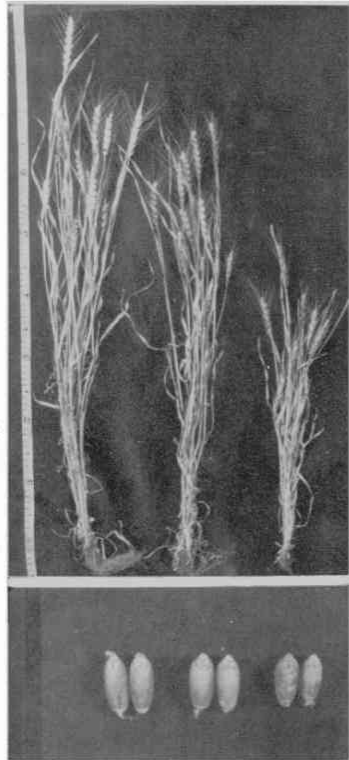


Fig. 2

Fig. 1. Influence of the temperature on the growth and seeds of wheat, Danchi-komugi, from left to right—day-night temperature, 15-13, 20-15, and 25-20°C. (1960)

Fig. 2. Influence of the temperature on the growth and seeds of wheat, Norin No. 8, from left to right—day-night temperature, 15-13, 20-15, and 25-20°C. (1960)

温度条件の違いによる出穂期、成熟期、稈長、穂長、1ポット当りの穂数、50粒重などの変異を第1表に、成熟個体と子実を第1,2図に示した。小麦農林8号では出穂期はこれらの温度区とも5月27日で同じであつたが、成熟期は25~20°C区が一番早く、最も遅い15~13°C区とは12日の差を生じた。50粒重は15~13°C区のものが一番重く、温度が高くなるにつれて減少した。一方、ダンチコムギでは、出穂期は25~20°C区と15~13°C区では約1カ月、成熟期では約50日の差が見られたが、50粒重ではたいした差は認められなかつた。各温度区から得られた種子のアミラーゼ活力を前述の方法で測定した結果を第3図に示した。この図で明らかなように、両品種とも低温区から高温区へと順次アミラーゼ活力が低下する傾向が認められる。しかし、その傾向は小麦農林8号において強く、ダ

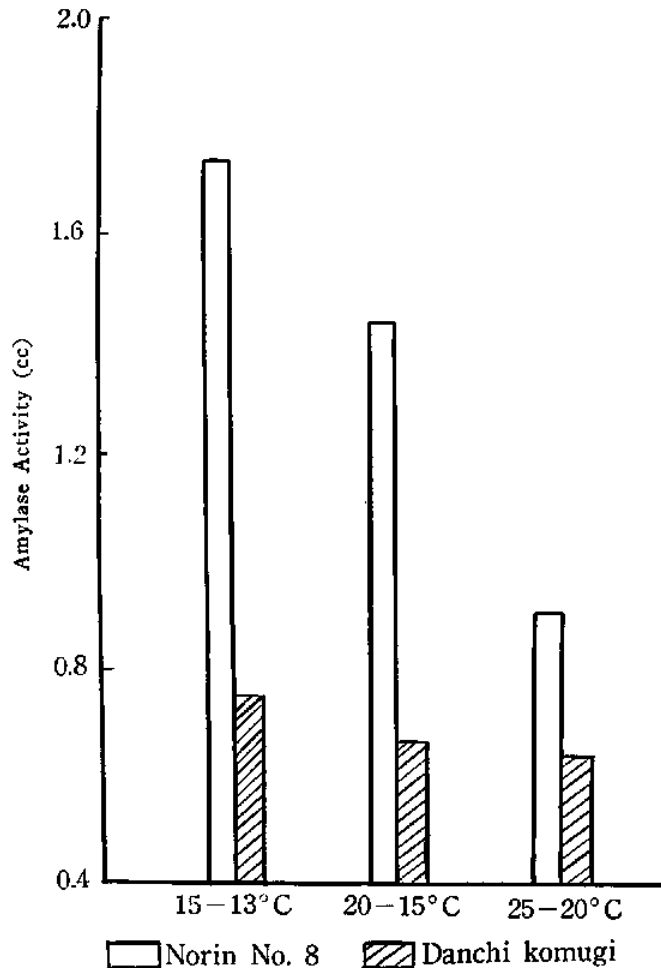


Fig. 3. Variations of amylase activities in germinating seeds of wheats, Norin No. 8 and Danchi-komugi, grown under different temperatures. (1960)

ンチコムギでは顕著でない。

2) 平均気温の異なる地域で採種した場合

供試品種には北陸35号, 小麦農林60号, ダンチコムギの3品種を用いた。各品種を第4図に示すような温度条件の異なる札幌, 那須(栃木県), 福岡, 谷山(鹿児島県)の4地域に福岡で採種した同一起源の種子を送付して栽培を依頼した。札幌においては低温のため小麦農林60号とダンチコムギは枯死した。

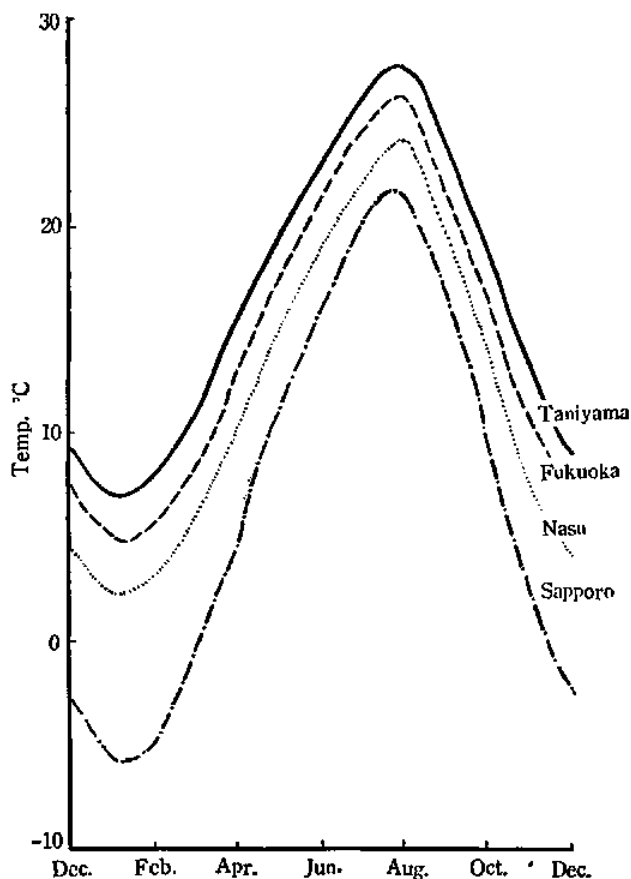


Fig. 4. Mean air temperature at Taniyama (solid line), Fukuoka (broken line), Nasu (dotted line), and Sapporo (chain line).

各地域での播種期, 収穫期, 稈長, 穂長, 穂数, 100粒重の変異は第2表の通りで, 収穫期が寒冷な地帯ほど遅くなっている以外は特別の傾向は認められない。

こうして得られた収穫物の発芽種子におけるアミラーゼ活力の変異は第5図に示すように, 各品種とも寒冷な地帯から温暖な地帯に移動するに従って一定の傾向をもって漸次減少している。

Table 2. Comparison of the date of harvest and some characters in wheat grown in the four districts. (1959-1960)

Variety	District	Date of sowing	Date of harvest	Length of culm (cm)	Length of ear (cm)	No. of ear per plant	Weight of 100 grains (g)
Hokuriku No. 35	Sapporo	Oct. 27	Aug. 10	68.3	7.4	7.6	3.88
	Nasu	Oct. 10	Jun. 27	75.4	10.0	—	3.78
	Fukuoka	Nov. 19	Jun. 6	72.5	6.5	4.7	3.70
	Taniyama	Nov. 24	May 23	67.2	7.1	3.4	3.23
Norin No. 60	Sapporo	Oct. 27	—	—	—	—	—
	Nasu	Oct. 10	Jun. 27	76.4	10.7	—	3.68
	Fukuoka	Nov. 19	May 30	93.4	9.7	6.0	4.08
	Taniyama	Nov. 24	May 10	68.6	8.9	5.9	3.23
Danchi-komugi	Sapporo	Oct. 27	—	—	—	—	—
	Nasu	Oct. 10	Jun. 27	79.1	12.4	—	3.08
	Fukuoka	Nov. 19	May 30	94.5	11.3	11.6	2.83
	Taniyama	Nov. 24	May 12	68.8	9.6	7.6	3.28

考 察

日本の各都道府県から各地域に栽培されている代表的な小麦品種の種子を集めて、そのアミラーゼ活力を測定すると、同一品種内においてもかなりの変異を示すが、この変異は1, 2の例外を除いて環境条件を等しくして1~2年栽培しているうちに消失し、やがて同じ活力を示すようになる。この活力はその品種における遺伝的特性と考えられるが、この小麦品種におけるアミラーゼ活力の地理的分布は冬期の気温と密接な関係を示した³⁾。第3表は温度条件が異なる5地域で栽培されている代表的な小麦品種(23品種, 28点)を、蒐集後2年間福岡で栽培したのちに示すアミラーゼ活力の遺伝的な変異を示したものである。寒冷な北海道に栽培されている3品種のアミラーゼ活力の平均値は2.09を示し、以下2月の平均気温が高くなるにつれて活力が減じ、2月の平均気温が7.4~7.6°Cを示す鹿児島、宮崎地方の6品種の平均値は0.85で最低である。この現象は、アミラーゼがでんぷんの分解酵素であり、アミラーゼの活力が植物体内の糖含量に関連して、³⁾耐寒性と結びついた特性である^{2, 3, 4)}と考えれば、温度に対する遺伝的な適応現象として説明出来る。

また本報告で、この遺伝的特性と考えられるアミラーゼ活力も、温度に適応して容易に遺伝的変異と同様な非遺伝的変異(環境変異)を示すことを実験的に明かにした。

寒冷な環境下で生育した小麦より得られた種子のアミラーゼ活力が温暖な環境で生育した小麦の種子の活力より強くなる機構について、低温条件下で生育した小麦は栄養生長が旺盛で茎葉の繁茂が高温条件下のものにくらべまさっており、しかも登熟期間も長いため、種子の充実がよくなり、その結果としてアミラーゼ活力が強くなるということも考えられる。ファイトロンでの実験で得られた農林8号の場合はこのことを裏書きしている。しかしファイトロンでの実験は、どの区においても13°C以下の温度に遭遇しておらず、自然状態における小麦の生育とは異なつた条件下におかれていることや、粒数を単位にしないで重量を単位としてアミラーゼ活力を測定した場合でもやはり同様な傾向を認めることが出来ること^{5, 6)}などから、種子の充実度の点からだけでは説明は困難なように思われる。

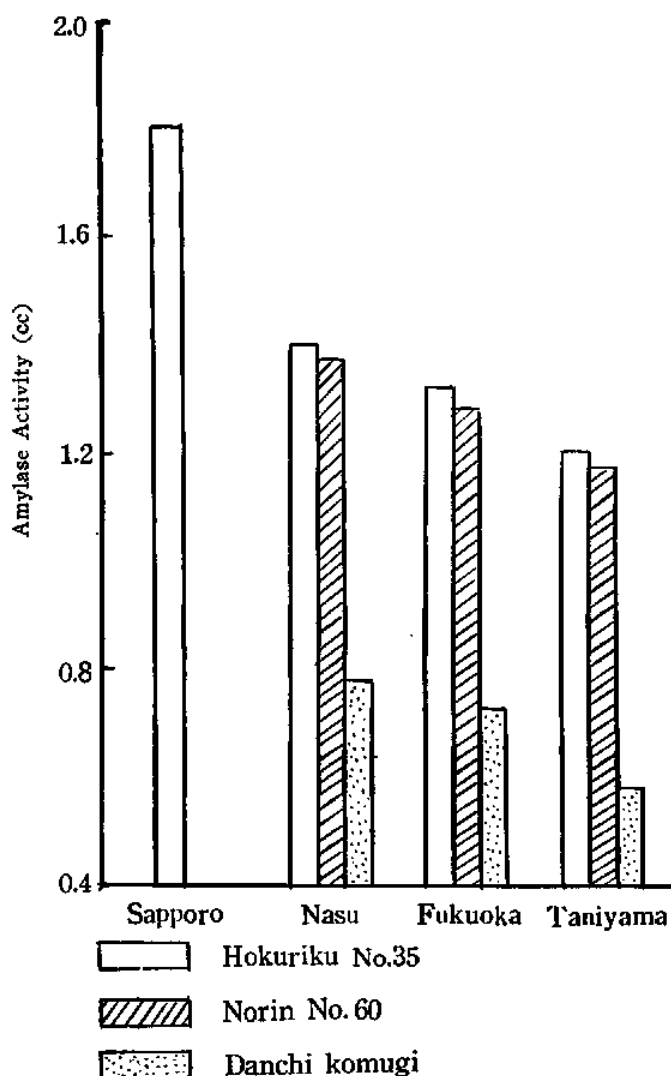


Fig. 5. Variations of amylase activities in germinating seeds of wheat, Hokuriku No. 35, Norin No. 8, Norin No. 60 and Danchi-komugi grown under different districts. (1959-1960)

Table 3. Hereditary variations of amylase activity in germinating seeds of wheat varieties collected from five regions where differs in February mean temperature and grown in Fukuoka for two seasons. (1957-1959)

Prefecture	Feb. mean temp.(°C)	No. of variety	Mean value of amylase activity(cc)
Hokkaido	-5.1	3	2.09
Aomori & Iwate	-2.8, -2.5	5	1.83
Miyagi & Fukushima	0.1, 0.7	5	1.49
Fukuoka & Saga	5.2, 5.3	4	1.15
Kagoshima & Miyazaki	7.4, 7.6	6	0.85

しかし、いずれにしても親植物が環境に適應して生じた変異が次代に伝えられるわけである。

アミラーゼ活力の強弱と2月の平均気温の関係を回帰直線で表わし、第5図に示した非

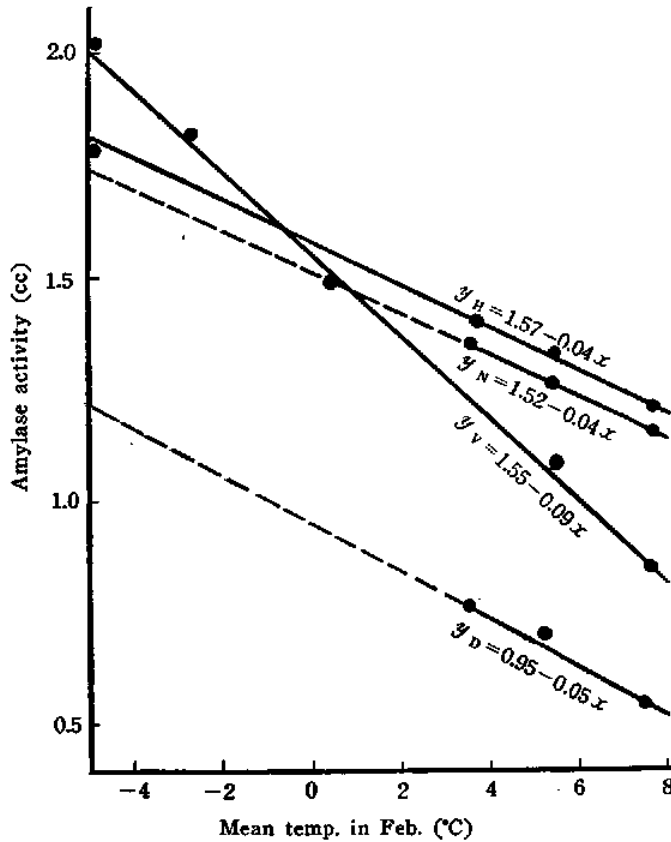


Fig. 6. Comparison between the regression lines of modification and hereditary variation of amylase activity in wheat. (1957-1960)

y_H : Hokuriku No. 35

y_N : Norin No. 60

y_D : Danchi-komugi

y_V : Hereditary variation

遺传的な環境変異と、第3表に示した値をもとにして品種の特性としての遺传的変異の関係を図示すると第6図のようになる。 y_N , y_D における点線は寒さのため材料が得られなかった部分を示す。 y_V の直線は各地域に栽培されている品種の遺传的なアミラーゼ活力を示し、2月の平均気温が0°Cの地帯ではアミラーゼ活力の平均が1.55であり、気温が1°C低くなる毎にアミラーゼ活力が約0.1だけ強くなることを示している。また、その他の直線は北陸35号(y_H)、農林60号(y_N)、ドンチコムギ(y_D)の環境変異を示すが、この場合は気温が1°C低くなる毎にアミラーゼ活力は0.04~0.05強くなることを示している。

このように小麦の発芽種子におけるアミラーゼ活力の遺传的変異と環境変異の間には、生育期間中の温度に適應した平行的な関係があるが、環境変異は遺传的変異にくらべ、そ

の適応の程度が狭いことを示しており、このことは生物がより高度な形で環境に適応しようとするとき、遺伝構成の変化、すなわち品種の分化の必要が生じてくることを裏書きしている。

Turesson は、*Hieracium umbellatum* L. の形態的変異の研究で、環境変異と遺伝的変異との間に形態的な平行性があることとくに注目し、これをもつて環境因子が立地型の分化方向を支配する証拠とした。⁷⁾ ここで得られた小麦の発芽種子におけるアミラーゼ活力の変異についての結果は、単に遺伝的変異と環境変異の間に平行的な関係があることを述べたもので、作物品種の分化について論ずるためには、さらに分化過程についての分析的な実験が必要である。

摘 要

(1) 昼夜の温度がそれぞれ、25~20, 20~15, 15~13°C に調節されたフアイトロンの各室で生育させた小麦から得られた種子の発芽時におけるアミラーゼ活力を測定し、低温区より得られた種子の活力が、高温区で得られた種子の活力より強い値を示すという結果を得た。

(2) 温度条件の異なる4地域で同一起源の小麦3品種を栽培して得られた種子においても同様な結果が得られた。

(3) 生育期間の温度によつて規制されるアミラーゼ活力の環境変異と遺伝的変異の間には平行的な関係が認められた。

(4) アミラーゼ活力の温度に対する環境変異は2月の平均気温と反比例的な関係があり、気温が1°C低下するごとに増加するアミラーゼ活力は0.04~0.05で、この実験に用いられた3品種ともほぼ同じ値を示した。

(5) 遺伝的変異も環境変異と同じく、2月の平均気温に反比例しており、気温が1°C低下するごとに増加するアミラーゼ活力は0.09で適応変異における増加率の約2倍を示した。

文 献

- 1) Balls, A. K., Walden, M. K. and Thompson, R. R., 1948. A crystalline β amylase from sweet potatoes. *Jour. Biol. Chem.*, 173(9): 10-11.
- 2) 池田 一, 1960a. 作物におけるアミラーゼ活力の品種間差異について。第1報。小麦品種のアミラーゼ活力に及ぼす生育経過と環境条件の影響。九大陸学芸誌, 18(3): 217-224.
- 3) ———, 1960b. 作物におけるアミラーゼ活力の品種間差異について。第2報。主要作物の発芽時及び幼苗期におけるアミラーゼ活力の品種間差異について。九大陸学芸誌, 18(3): 225-234.
- 4) ———, 1960c. 作物におけるアミラーゼ活力の品種間差異について。第3報。数種飼料作物の幼苗期におけるアミラーゼ活力の測定による耐寒性検定の試みについて。九大陸学芸誌, 18(3): 235-242.
- 5) Ikeda, H., 1960d. On the variation and inheritance of amylase activity in wheat. *Jap. Jour. Breeding*, 11(1): 44-52.
- 6) 永松土巳・池田 一・田中重行, 1958. 小麦品種の発芽種子におけるアミラーゼ活力の地理的

変異, 育種学雑誌, 8 (2): 100-104.

- 7) Turesson, G., 1922. The genotypical response of the plant species to the habitat. *Hereditas*, 3: 211-350.

Summary

(1) Amylase activities in the germinating wheat seeds harvested from the plants grown under three different temperature rooms in the phytotron—adjusted to day-night temperature, 25-20, 20-15 and 15-13°C respectively, were measured by a method modified from Ball's using two varieties belonging to winter and spring types. The results showed that the activities in seeds harvested from the cooler room were stronger than that from the warmer, especially in the case of winter type.

(2) The same tendencies were also recognized in the case when three wheat varieties belonging to winter, spring and intermediate types were grown in the field condition in four different regions from north to south in Japan.

(3) The physiological parallelism between the ecological and genetical variations in amylase activity conditioned by temperature differences during the growing period was detected in this study.

(4) Amylase activity conditioned by modification due to the temperature condition increased in inverse proportion to February mean temperature, and the decrease of amylase activity per 1°C of February mean temperatures was 0.04-0.05 cc in the three varieties used in this study.

(5) Amylase activity conditioned by hereditary character also increased in inverse proportion to February mean temperature, and the decrease of amylase activity per 1°C of February mean temperature was 0.09 cc, and it corresponded to twice that of modification.