

作物におけるアミラーゼ活力の品種間差異に関する 研究第2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

池田，一
九州大学農学部

<https://doi.org/10.15017/21539>

出版情報：九州大学農学部学藝雑誌. 18 (3), pp.225-233, 1961-03. 九州大学農学部
バージョン：
権利関係：



作物におけるアミラーゼ活力の品種間 差異に関する研究 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

池 田 一

Studies on the varietal differences in amylase
activities in some crops

2. On the amylase activities of germinating seeds and
seedlings in some main crops.

Hajime Ikeda

緒 言

小麦の発芽種子及び幼苗期におけるアミラーゼ活力には著しい品種間差異が認められ、この品種間差異は小麦の分布地域における冬期の気温と関係があることはすでに報告した。^{3,6)} 本報告は、小麦以外の作物：水稻、陸稻、大麦、裸麦、燕麦、菜種などの本邦主要作物でも同様な傾向が認められるかどうかを検討するために、1959年から1960年にわたり、水稻及び陸稻については幼苗期の耐寒性を基準にし、その他の作物は分布地域の違いによつて各数品種宛を選んで、発芽種子及び幼苗期における茎葉のアミラーゼ活力の測定を行なつた。また、アミラーゼ活力と密接な関係があると考えられる還元糖含量について、小麦と陸稻を材料として検討した。

この研究を行なうにあたり、常時示唆と指導を賜つた江原教授並びに種子の蒐集に御協力下さつた北海道農試、関東東山農試、栃木農試佐野分場、九州農試、鹿児島農試の方々特に、林田多賀夫技官、岩下友記技師、鶴内孝之技師に深謝の意を表する。

材料及び方法

供試材料：各種作物の品種名及び取寄せ先{()内}は次の通りである。

水稻：13品種（鹿児島農試）

(1) 水稻農林17号 (2) ギンマサリ, (3) 陸羽132号, (4) ハツコウダ, (5) 水稻農林41号, (6) ササングレ, (7) 藤坂5号, (8) 水稻農林22号, (9) ハツシモ, (10) 水稻農林18号, (11) 水稻農林1号, (12) ソメワケ, (13) 豊年早生。

陸稻：7品種（栃木農試佐野分場）

(1) 陸稲農林5号, (2) 陸稲農林21号, (3) 陸稲農林26号, (4) 陸稲農林22号, (5) フジガネ, (6) イワテハタモチ, (7) ミヤマモチ.

大麦: 8品種 (関東・東山農試)

(1) 細粒2号, (2) 勝鬨, (3) ショウキムギ, (4) 細麦, (5) 魁, (6) 会津2号, (7) 横綱, (8) 関取崎1号.

裸麦: 6品種 (関東・東山農試)

(1) 北斗裸, (2) 紫裸, (3) 会津裸3号, (4) 赤神力, (5) セトハダカ, (6) ミナミハダカ.

燕麦: 4品種

(1) Forkedeer(九州農試), (2) 日向黒(九州農試), (3) ビクトリー1号(北海道農試), (4) 前進(北海道農試).

菜種: 5品種

(1) ハンプルク(北海道農試), (2) 岩内種(北海道農試), (3) カラフト(北海道農試), (4) 九州46号(福岡農試), (5) 九州47号(福岡農試).

アマラーゼ活力の測定方法

酵素液の調製: 発芽種子の酵素液調整は, 水稻・陸稲においては, 供試種子を5昼夜30°Cの定温器で, また大麦, 裸麦, 燕麦, 菜種は3昼夜20°Cの定温器で催芽させたもの3gをとり, 水200ccと共にマルサン式ウォーリング・ブレンダーで3分間粉碎し, この液を水で50倍に稀釈した液をアマラーゼ活力測定用の酵素液とした. しかし, 水稻及び陸稲の場合はアマラーゼ活力が非常に小さかつたので50倍に稀釈せずに直接アマラーゼ活力測定用の酵素液とした. また幼苗期におけるアマラーゼ活力測定用酵素液は, 水稻, 陸稲はフェイトロン内で他は圃場で生育せしめたもので, 菜種は菜葉の部分を, 水稻, 陸稲, 大麦, 裸麦, 燕麦では葉鞘及び葉身の部分を生体重で5gとり, これを水200ccとともに前記ブレンダーで粉碎撹拌したものを酵素液として使用した.

アマラーゼ測定は第1報で述べた A. K. Balis⁴⁾の方法によつた. ただ幼苗期のアマラーゼ活力測定における反応 (incubation) の温度及び時間は37°Cで2時間であるが, 発芽種子におけるそれは20°Cで3時間である. このように, 発芽種子と幼苗期におけるアマラーゼ活力は, 供試酵素液の濃度及び反応の温度・時間に違いがあるので, 同一規準で比較することは出来ない.

実験結果

1) 各種作物における発芽種子のアマラーゼ活力

前報^{3,6)}で述べたように, 小麦の発芽種子におけるアマラーゼ活力には相当の品種間差異が認められ, しかも活力の強い品種は北方に, 弱い品種は南方に分布していたが, 小麦以外の大麦, 裸麦, 燕麦, 陸稲, 水稻, 菜種等においては変異の幅が小さく, 特に水稻と陸稲ではアマラーゼ活力が非常に小であり, 菜種ではこの実験の範囲ではアマラーゼの存在を認めることが出来なかつた.

第1表は, 前に得られた小麦発芽種子の結果とともに各作物の発芽種子におけるアマラ

Table 1. Variation of amylase activities in germinating seeds of some crops. (1960)

Kind of crops	Min. value	Amylase activity (cc) max. value	No. of samples
Wheat	0.73	2.33	143
Barley	0.94	1.17	8
Naked barley	0.72	0.88	6
Oat	0.22	0.34	4
Upland rice	0.04	0.07	7
Paddy rice	0.02	0.06	13
Rape	—	—	5

ーゼ活力の最高及び最低値を示したものであるが、水稻及び陸稻の活力は概算によつて他の作物と濃度を同一にしたものとしての値を挙げている。

この表から窺えることは、発芽種子における単位生体重あたりのアミラーゼ活力は小麦において最大で、以下大麦、裸麦、燕麦、陸稻、水稻の順になつている。

2) 水稻幼苗期における品種間差異

耐寒性の異なる水稻13品種を1960年1月6日より昼25°C夜20°Cに調節されたファイトトロン内で22日間、直径6cmの素焼の鉢にパーミキュライトをつめたものに、30°Cで3日間発芽を促進した種子を20粒宛播種し、この鉢を春日井式水耕培養液中に浸して育てた後、昼15°C夜13°Cの室に移し、2日後酵素液を調整した。アミラーゼ活力測定時における幼苗(苗令2葉期)の草丈は陸羽132号が最大で、ササシグレが最小であつたが、耐寒性*との間には特別の関係は見出されなかつた。

Table 2. Varietal differences in amylase activity in paddy rice seedlings. (1960)

Variety	Grade of cold hardiness* (survival leaves %)	Plant height (cm)	Amylase activity (cc)
Norin No. 17	82	21.0	0.37
Ginmasari	80	17.8	0.56
Rikuu No. 132	79	23.8	0.40
Hakkoda	78	17.4	0.40
Norin No. 41	76	17.7	0.31
Sasashigure	73	16.5	0.32
Fujisaka No. 5	69	18.8	0.47
Norin No. 22	61	17.1	0.24
Hatsushimo	53	17.1	0.30
Norin No. 18	52	19.1	0.26
Norin No. 1	48	18.4	0.30
Somewake	—	12.2	0.23
Honen-wase	—	19.7	0.24

* From the data of Matsubayashi et al.

*松林氏の結果⁵⁾による。

アミラーゼ活力は第2表に示すように、多少のずれはあるが一応松林の耐寒性の程度と一致した結果を示した。すなわち、耐寒性の強いギンマサリ、陸羽132号、ハッコウダなどは活力0.56~0.40を示し、耐寒性の弱いハツシモ、農林18号、農林1号などは0.30~0.26と低い値を示した。しかし農林17号は予想外に低く、藤坂5号は反対に高い値を示した。この傾向は時期を変えて反覆しても同様であつた。

3. 陸稲における品種間差異

水稻の場合と同じく、耐寒性*の異なる7品種の陸稲が1月6日より昼25°C夜20°Cの室で30日間育てられ、昼15°C夜13°Cの室に2日間おかれたのち、アミラーゼ活力が測定された。

Table 3. Varietal differences in amylase activity in upland rice seedlings. (1960)

Variety	Grade of cold hardiness * (survival leaves %)	Amylase activity (cc)
Norin No. 5	—	0.50
Norin No. 21	73	0.46
Norin No. 26	53	0.36
Norin No. 22	45	0.45
Fujigane	30	0.22
Iwate-hatamochi	27	0.23
Miyamamochi	11	0.25

* from the data of Matsubayashi et al.

供試品種は少なかつたが、陸稲の場合は水稻の場合より比較的明らかな耐寒性との相関を示した。すなわち、アミラーゼ活力は、第3表に示すように、最高は陸稲農林5号の0.50から最低はフジガネの0.22と相当大きい品種間差異を示し、耐寒性の強い品種において強く、耐寒性の弱い品種において弱い値を示した。

4) 大麦における品種間差異

大麦はその栽培地が異なる8品種が供試された。20°Cの定温器で催芽させた種子を1959年12月9日に元肥としてあらかじめ1a当り硫安3.6kg、過磷酸石灰3.6kg、塩化加

Table 4. Varietal differences in amylase activity in barley seedlings. (1960)

Variety	Cultivated district	Amylase activity (cc)
Saikan No. 2	northern district	1.08
Kachidoki	northern district	0.97
Shoki-mugi	middle district	0.95
Hoso-mugi	middle district	0.89
Aizu No. 2	middle district	0.88
Sakigake	southern district	0.85
Yokozuna	southern district	0.74
Sekitorizaki No. 1	southern district	0.88

里 1.2kg を施した圃場に播種し、1960年2月6日、4～5葉期の幼苗におけるアミラーゼ活力を測定した。

測定結果は第4表に示すように、日本北部地帯で栽培されている細稈2号、勝鬨、中部地帯で栽培されているショウキムギ、細麦、会津2号、南部地帯のサキガケ、横綱、関取崎1号とその栽培されている地帯によつて分類すれば、わずかな傾向ではあるが、北部地帯の品種が南部地帯の品種よりアミラーゼ活力が強いという傾向を示している。しかしこの違いは、小麦、水稻、陸稻ほど顕著でない。

5) 裸麦における品種間差異

大麦におけると同じく、北部地帯に栽培されている紫裸、北斗裸、中部地帯の会津裸3号、南部地帯の赤神力、セトハダカ、南ハダカの計6品種について幼苗期のアミラーゼ活力を測定した。

Table 5. Varietal differences in amylase activity in naked barley seedlings. (1960)

Variety	Cultivated district	Amylase activity (cc)
Hokuto-hadaka	northern district	1.00
Murasaki-hadaka	northern district	0.99
Aizu-hadaka No. 1	middle district	0.86
Akashinriki	southern district	0.88
Seto-hadaka	southern district	0.60
Minami-hadaka	southern district	0.58

播種期は1959年12月7日で、施肥量等栽培法はすべて大麦の場合と同じである。測定日は1960年2月5日で、苗令は4～5葉期であつた。測定結果は第5表に示したが、裸麦は大麦の場合と異り、最高は北斗裸の1.00、最低は南ハダカの0.58と相当の変異を示し、北部に栽培されている品種のアミラーゼ活力が南部に栽培されている品種のそれよりも強いという、かなり顕著な傾向を示した。

6) 燕麦における品種間差異

燕麦は秋播性品種として、Forkedeer、日向黒、春播性の品種として、ビクトリー、前進の各2品種を用いた。

播種期は1959年11月19日、アミラーゼ活力測定時(1960年1月10日)の苗令は4葉期であつた。栽培方法は大麦、裸麦の場合と同じである。結果は第6表に示すように、一般

Table 6. Varietal differences in amylase activity in oat seedlings. (1960)

Variety	Winter or spring habit	Amylase activity (cc)
Forkdeer	winter habit	1.57
Hyugakuro	winter habit	1.36
Victory	spring habit	0.97
Jenshin(Onward)	spring habit	1.23

にアミラーゼ活力は秋播性品種が、春播性品種より強いようである。

7) 菜種における品種間差異

菜種は秋播性の品種として北海道農試よりハンブルグ、岩内種を、春播性の品種として北海道農試よりカラフト、福岡農試より九州46号、九州47号の計5品種を用いた。播種は1959年10月29日で晩播のため苗床にビニール覆いをして初期生育を促進した。移植期は同年11月19日である。肥料は苗床には1m²当り硫安100g、過磷酸石灰70g、塩化加里30g、本田では1a当り硫安3.6kg、過磷酸石灰3.6kg、塩化加里1.2kgである。アミラーゼ測定日は1960年1月12日で、6葉期のものについて行なつた。

Table 7. Varietal differences in amylase activity in rape seedlings.(1960)

Variety	Winter or spring type	Amylase activity (cc)
Hamburg	winter type	1.17
Iwanaishu	winter type	1.10
Karafuto	spring type	1.67
Kyushu No. 46	spring type	0.95
Kyushu No. 47	spring type	1.02

測定結果は第7表に示すように、秋播型と春播型の品種間には大した差は認められない。春播種でもカラフトは特にアミラーゼ活力が強く、菜種の場合アミラーゼ活力は播性よりむしろ栽培地域に関係が深いのではないかと考えられる。

8) 陸稲及び小麦の幼苗期におけるアミラーゼ活力と還元糖との関係

Table 8. Relation between amylase activity and reducing sugar in wheat seedlings. (1960)

Variety	Condition	Amylase activity	Glucose (mg/1g fresh weight)
Horin No. 8	field	2.12	4.1
Nanbu-komugi	field	1.32	3.1
Norin No. 8	phytotron	2.70	2.3
Danchi-komugi	(20°C during day 15°C during night)	2.30	0.2

Table 9. Relation between amylase activity and reducing sugar in upland rice seedlings. (1960)

Variety	Amylase activity (cc)	Glucose (mg/1g fresh weight)
Norin No. 5	0.50	0.75
Norin No. 21	0.46	0.65
Norin No. 26	0.36	0.55
Norin No. 22	0.45	0.43
Fujigane	0.22	0.55
Iwate-hatamochi	0.23	0.07
Miyama-mochi	0.25	0.05

アミラーゼは生体内で還元糖生成に関与する酵素であるため、アミラーゼ活力と生体内における還元糖含量との間の関係を見るために、小麦及び陸稲品種について酵素液調整と同時に、同じ材料からアルコール抽出法によつて糖液を作成し、マイクロペルトラン法で還元糖の定量を行なつた。第8～9表はそれぞれ小麦及び陸稲におけるアミラーゼ活力の変異と還元糖量の関係を示したものであるが、小麦、陸稲ともにアミラーゼ活力の強い品種で還元糖量が多く、弱い品種に還元糖量が少い傾向が認められた。

考 察

水稲、陸稲、大麦、裸麦、燕麦、菜種等における発芽種子のアミラーゼ活力には、前報⁹⁾に示した小麦のような大きな品種間差異は見出されなかつた。この理由について、大麦などの冬作物においては、小麦ほど栽培品種としての分化が進んでいないこと、また、水稲陸稲などの夏作物については、その発芽時のアミラーゼ活力が冬作物に比して著しく弱いこと、及び発芽時の耐寒性より、出穂、成熟時の耐寒性を主な目標として品種の育成が行われたことなどに原因があるのではないかと考えられる。

しかし、これらの作物においても、幼苗期においてはかなりの品種間差異を示した。しかもこの品種間差異は、水稲及び陸稲においては耐寒性と、大麦、裸麦、菜種においてはそれらが栽培されている地方の冬期の気温と、また、燕麦においては播性ととの間に関係があることがわかつた。

また、アミラーゼ活力は、還元糖と密接な関係があると想像されるが、小麦、陸稲においては、アミラーゼ活力と還元糖量の間にはほぼ平行的な関係が認められた。

作物の耐寒性は、汁液における施光度や糖含量などと密接な関係があることはすでに多くの研究者によつて報告されており、^{2,7,9,9,11,12,13)}細胞液中の糖含量の多いことは、滲透圧を高めたり、或は蛋白質分解の保護作用¹⁴⁾として働いたりして耐寒性を増加させることに役立つている。アミラーゼ活力の強いことが糖含量の増大に働くのか、糖含量の多いことがアミラーゼを保護してアミラーゼ活力が強くなるかということにはわかには断じ難いが、小麦において一定温度(20°C)で発芽させた種子においてすでに著しい品種間差異が認められることや、田村等¹⁰⁾の報告による、小麦の凍害の程度と筆者によつて測定されたアミラーゼ活力の間には大体一致した関係が見出されることなどから考えると、アミラーゼ活力の強弱はすでに品種の耐寒性と結びついた一つの特性であることは疑えない事実であろう。

以上のことから、応用的な面として作物品種の耐寒性検定に幼苗期のアミラーゼ活力の強弱を利用することも可能ではないかと考えられる。

摘 要

水稲、陸稲、大麦、裸麦、燕麦、菜種等の本邦主要作物における発芽種子及び幼苗期におけるアミラーゼ活力に、小麦に示されたような品種間差異があるかどうかについての研究が行われ、次のような結果を得た。

(1) 発芽時のアミラーゼの活力は小麦におけるような大きな品種間差異は認められなかつた。単位生体重当りのアミラーゼ活力は小麦において最大で、以下大麦、裸麦、燕麦陸稻、水稻の順であり、菜種においてはこの実験の範囲内ではアミラーゼ活力を認めることが出来なかつた。

(2) 幼苗期のアミラーゼ活力は、水稻、陸稻においては耐寒性、大麦、裸麦、菜種においてはその品種の分布地域、燕麦では秋播性程度との間に関係が認められた。一般に、幼苗期におけるアミラーゼ活力は耐寒性の強い品種において強く、弱い品種において弱い傾向があると云える。

(3) 小麦や陸稻においては、アミラーゼ活力の強い品種に還元糖の含有率が多い傾向があつた。

以上の結果から、条件を選べば、アミラーゼ活力の強弱により作物品種の耐寒性を検定することが可能ではないかと考えた。

文 献

- 1) Balls, A. K., Wallden, M. K. and Thompson, R. R., 1948. A crystalline amylase from sweet potatoes. *Jour. Biol. Chem.*, **173**: 10-11.
- 2) Gassner, G. and Goege, G., 1932. Zur Frage der Frosthartebestimmung durch Refractometrische Untersuchungen von Pflanzen-Presssäften. *Phytop. Zeit.*, **4**: 387-413.
- 3) 池田 一, 1961. 作物におけるアミラーゼ活力の品種間差異に関する研究. 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. *九大農芸誌*, **18**(3): 217-224.
- 4) 柿崎洋一, 1936. 小麦の写腐低抗性と茎葉の乾物率並に葉汁液の性質. *農及園*, **11**: 1309-1318.
- 5) 松林 実・高橋 均, 1959. 陸稻品種の温度感応と2, 3の考察. *育種学雑誌*, **9**(2-3): 121-127.
- 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) Newton, R. and Brown, W. R., 1926. Seasonal change in the composition of winter wheat plants in relation to frost resistance. *Jour. Agr. Sci.*, **16**: 522-538.
- 8) 小河原進, 1954. 菜種の害害に関する研究—其の品種間差異に就て. *日作紀*, **22**(3-4): 82-83.
- 9) 志村 喬・渡辺 明・加納照崇, 1954. 茶の耐寒性の生理研究. *日作紀*, **23**(2): 121.
- 10) 田村 猛・船戸忠寿, 1960. 春さきの凍雪害に対する麦の補償作用. *農業技術*, **15**(5): 209-212.
- 11) 富山宏平, 1955. 麦類雪腐病に関する研究. *北海道農試報告*, **47**: 1.
- 12) 山田 登, 1948. 寒地における小麦の越冬に関する生理的研究. *農学*, **2**(11): 1925.
- 13) Zech, A. C. and Pauli, A. W., 1960. Cold resistance in three varieties of winter wheat as related to nitrogen fraction and total sugar. *Agron. Jour.*, **52**: 334-337.

Summary

Varietal differences in amylase activities in germinating seeds and seedlings of some crops—wheat, barley, naked barley, oat, upland rice, paddy rice

and rape were studied and were obtained the results as follows:

(1) Significantly varietal variations in amylase activity were not recognized in germinating seeds in the six crops with one exception of wheat, and amylase activity per unit fresh weight of germinating seeds of these crops was, in the order of descending activity, wheat, barley, oat, upland rice and paddy rice, and amylase activities of upland and paddy rice were markedly low, and that in rape was not recognized in this experiment.

(2) Amylase activity in the seedlings of each varieties of above seven crops was closely related to the cold resistance, amylase activity of cold-hardy variety was stronger than that of non hardy variety.

(3) It was found in wheat and upland rice that the concentration of reducing sugar in the varieties of stronger amylase activity was higher than that in weaker varieties.

From the above-mentioned results, the measurement of amylase activity in seedling under the some condition may be useful for determination of cold resistance in the crops.