育成複二倍体作物とその両親作物との生理生態学的性質の差異に就いて

(第Ⅳ報) 貯蔵条件を異にする種子の発芽に就いて*

桑 田 晃

(香 川 農 科 大 学)

Studies on the differences of physiological and ecological characteristics of the artificially raised amphidiploid in comparison with those of the parents.

[IV] On the germination of seeds stored in different conditions.

H. KUWADA

I 緒 言

種子貯蔵条件としては一般に低温、乾燥が望ましいが、ルーピン、紫雲英等に見られる如く、乾燥に依り種子の発芽に硬実に見る如き特殊の遅延状態を結果する例もある。斯かる例は苳科に多いがその他オクラ、タチアフリ、黄麻、マツヨヒグサ及びタデ等にも見られる。斯かる状態を起す環境としては乾燥に依る場合の外、内外種々の条件が挙げられる。即ち成熟に伴う場合、栽培条件に依る場合等がある。又之等種々の条件が組合わされている場合もあるが、その内でも乾燥が最も大なる影響をもたらす如くである。

筆者はオクラ (*Abelmoschus esculentus*) ($2n=124$) とトロロアフリ (*Abel. Manihot*) ($2n=68$) 及び両者の交雑に依り生じた複二倍体作物である糊麻 (*Abel. glutino-textilis*) ($2n=192$)⁽³⁾ の3作物に就き貯蔵条件を異にする種子の発芽の状態及び之に関係ある諸性質に就き実験を行つたのでその結果を茲に報告する。

本研究は京都大学教授香川冬夫博士の御懇篤なる御指導並びに文部省科学研究費の補助の下に行われている事を附記して共に深甚の謝意を表する次第である。

II 実験材料及び方法

供試材料は 1947 年秋産の前記3作物の種子で、その一部は紙袋に入れて 35 cm×45 cm×30 cm の大きさの普通の種子貯蔵用亜鉛箱に貯蔵した。之を以下普通区という。他の部は紙袋に入れて塩化石灰の入ったデシケーター中で乾燥して貯蔵した。之を以下乾燥区という。此の両種子貯蔵容器内の湿度を 1949 年6月にアースマン吸気湿度計にて測定すると、5回の平均値として普通区では 70.63%, 乾燥区では 19.97% を得た。

発芽試験にはリーベンベルヒの発芽試験器を用い、1948 年及び 1949 年の6月上旬に 25~27°C の間で実験を行つた。供試種子は完全に成熟したものを採取し、之を前記両区に貯蔵し、実験開始に当り肉眼的に選別し、更に之を水中に浸漬して沈んだ種子のみを実験に供した。試験区は上記の両区で3作物共に2区制とし、1区100粒宛を使用した。尚此の外、種子の発芽に関係あるべき形質として種子の含水量、吸水力、組織的構造、呼吸量及び酵素等に就き実験を行つた。

III 実験結果

1. 種子発芽試験 (1948 年, 1949 年 6 月)

実験結果は第1表に示す。第1年の 1948 年に於ては普通区と乾燥区との間には3作物共に発芽歩合、発芽勢及平均発芽日数に関し著しい差異は認められない。然し第2年の 1949 年に於ては3作物の発芽に関する之等の性質は両区の間で顕著な差異を示し、特に糊麻に於てその差異最も顕著で、次はオクラ、最後はトロロアフリである。即ち3作物共に普通区に於ては 1948 年のそれと余り変らないが、乾燥区に於ては発芽歩合、発芽勢及平均発芽日数は、糊麻では夫々 41.0%, 11.8%, 及 13.3 日となり極度に悪い。オクラでは夫々 77.0%, 57.8% 及 8.9 日となり、相当に悪い。トロロアフリでは夫々 80.3%, 77.3% 及 3.2 日となり稍々悪い結果を示している。

2. 種子含水量 (1949 年 6 月)

普通区と乾燥区とに於ける3作物の種子を夫々 5 gr 宛とり、粉碎し、110°C の乾燥器中にて1晝夜乾燥し

*昭和 25 年 4 月 9 日 第 87 回講演会に於て発表 同日受理

日本作物学会紀事 第 20 巻 第 1~2 号

第1表 種子発芽試験

		オ ク ラ			ト ロ ロ ア フ ヒ			糊 麻		
		a	b	c	a	b	c	a	b	c
第1年 (1948)	普通区	93.0	93.0	3.9	94.0	93.0	2.2	89.0	83.0	4.2
	乾燥区	93.0	93.0	3.9	95.0	94.0	2.3	88.0	81.0	4.6
第2年 (1949)	普通区	92.5	92.5	3.9	88.8	88.3	2.3	91.8	89.0	4.8
	乾燥区	77.0	57.8	8.9	80.3	77.3	3.2	41.0	11.8	13.3
	乾燥区 (d)	99.0	99.0	1.8	89.0	89.0	1.7	91.0	91.0	2.0

〔註〕 a 発芽歩合(%) (締切日数 20 日) c 平均発芽日数 (日)
b 発芽勢(%) (締切日数 10 日) d 種皮を傷つけた時の発芽試験

後秤量してその含水量を3回の平均値としてみると第2表に表す如く、各区共に糊麻が含水量が最も多い。オクラとトロロアフリとは乾燥区に於ては前者の方が多いが、普通区では両者の間に大差は認められない。乾燥区の3作物の種子含水量を普通区のそれと比較すると糊麻は 77.7%, オクラは 75.8%, トロロアフリは 70.3% である。

第2表 種子含水量(%)

	オクラ	トロロ アフリ	糊 麻
普通区(a)	12.0	11.8	13.0
乾燥区(b)	9.1	8.3	10.1
$\frac{b}{a} \times 100$	75.8	70.3	77.7

3. 種子の大きさ及び重さ(1949年6月)

普通区と乾燥区との3作物の種子の大きさを夫々100粒に就き、又重さを100粒重として計測し、10回の平均値をみると第3表に示す如くである。乾燥区の種子の大きさ及び重さを普通区の夫れ

第3表 種子の大きさ及び重さ

	オ ク ラ				ト ロ ロ ア フ ヒ				糊 麻			
	長	巾	厚	重	長	巾	厚	重	長	巾	厚	重
普通区(a)	5.34	4.56	4.73	6.90	3.79	2.43	3.38	1.90	4.74	4.07	4.33	4.80
乾燥区(b)	5.14	4.41	4.53	6.25	3.67	2.39	3.27	1.70	4.53	3.84	4.17	4.40
$\frac{b}{a} \times 100$	96.1	96.7	96.0	90.6	97.1	98.4	96.8	89.5	95.6	94.3	96.5	83.3

註 大きさの単位は mm 重さは100粒重を示し単位は gr.

に対し計算すると、種子の長さ、巾、厚さは共にオクラ、トロロアフリでは約 96~98% であるが、糊麻では約 94~97% である。種子の重さは前2者は約 90~91% であるが後者は約 83% である。

4. 種皮を傷付けた場合の発芽試験(1949年6月)

第4表 種子吸水力(%)

(実験開始時の種子重量を100とし
た時の吸水に依る種子重量増加)

	時間	オクラ	トロロ アフリ	糊 麻
普通区	1時	106.0	123.3	105.0
	3時	107.0	143.3	107.0
	5時	108.5	160.0	107.5
	7時	110.0	170.0	110.0
	24時	168.0	196.8	155.0
乾燥区	1時	105.5	106.6	105.0
	3時	106.0	123.4	106.3
	5時	106.5	150.0	107.0
	7時	107.5	166.6	107.5
	24時	112.5	193.5	110.0

乾燥区の3作物の種子の種皮をその背部に於て砥石にてすりべらして行つた発芽試験の結果は第1表最下欄に示す如くである。即ち種皮を傷付けたため吸水は非常に早く、従つて3作物共に発芽歩合、発芽勢は顕著に良好となり、普通区と差異はない。且つ平均発芽日数も3作物共に早くなり普通区に比し約半減した。

5. 種子吸水力(1949年6月)

普通区と乾燥区との3作物の種子を100gr宛とり吸水力を調べた。此の吸水力とは種子を発芽の最適温度 27~28°C に於て水に浸漬し、その重量が吸水に依り増加する事を云い、之を時間的に見たものである。その結果は第4表に示す。吸水に依る種子重量増加の割合を浸水後24時間後に於て浸水前と比較すると、トロロアフリは普通区と乾燥区とは殆ど同じで夫々 196.8%, 193.5% であるが、オクラは前者では 168.0% であるのに、後者では僅かに 112.5% である。糊麻も前者では 155.0% であるのに、後者では僅かに 110.0% であつた。

6. 種子の構造(1949年7月)

3作物の種皮の組織上顕著なる差異はオクラ、糊麻には明線があるが、トロロアフリはそれを欠く事である。而も此の明線は成

第5表 種皮の各組織の厚さ
(接眼ミクロメーターの目盛数)

	オクラ	トロロア フヒ	糊 麻
表 皮	4~5	1~2	2~3
柵 状 組 織	12~13	8~9	12~14
同上外半部	5~6	3~4	4~5
同上内半部	6~7	4~5	8~9
褐 色 層	10~13	9	13~15

熟した種子ではオクラ、糊麻共に認められるが、種皮が未だ褐色化していない未熟種子では糊麻にはその存在を認めるが、オクラでは之を認めなかつた。組織の各部の大きさは第5表に示す如く3作物共に普通区と乾燥区との間に大差は認められなかつた。柵状組織の部分はその細胞膜が組織の外半部では繊維素から成り、内半部では木質部から成っている。之は第6表に示す如く指薬に依る着色反応で区別する事が出来る。此の両部の厚さは糊麻では、内半部が外半部の約2倍にも達しているが、オクラでは同じく約1.2倍、トロロアフヒでは同じく約1.3倍であり、而もその絶対量に於ても糊麻はオクラ、トロロアフヒよりも内半部が顕著に厚い。

第6表 柵状組織の細胞膜の着色反応

	柵状組織の外半部の細胞膜	柵状組織の内半部の細胞膜
Chlorzinkjod	青色(後に淡紫)に着色	赤褐色(後に黄色)に着色
Phlorogluzin-Salzsäure	着色せず	黄赤色に着色
Eosin	着色せず	赤色に着色
Haematoxylin	淡紫褐色に着色	淡黄褐色に着色

7. 種子の呼吸量 (1949年7月)

呼吸量の測定は2NのKOH 25ccを大型の広口瓶の底に入れ、その上に材料種子50grを入れ、2晝夜26°Cの恒温器中に置いた後アルカリ液を250ccのメスフラスコに移し、25% BaCl₂ 10ccを加え振盪し、水を加えて定容とし、再び振盪してその上澄液を採り、之を0.2N HCl液でフェノールフタレンを指示薬として滴定した。その結果は第7表に示す。乾燥区は普通区よりもトロロアフヒを除いては呼吸量少く、而も乾燥区では3作物間に差異は認められないが、普通区では差異が認められ、オクラが最大で、次は糊麻、最後はトロロアフヒである。

第7表 種子の呼吸量(単位: mg/kg. h)

	オクラ	トロロア フヒ	糊 麻
普通区	9.78	4.89	7.34
乾燥区	4.89	4.89	4.89

8. 種子中の酵素量 (1949年9月)

種子中の酵素として Peroxidase 及び Oxidase を検定した。その方法は種子2grを粉碎し、1grの砂及び水10ccを加え磨りつぶし、上澄液を1cc採り、之に7ccの水、1ccのH₂O₂ (1%水溶液)及び1ccのguajacol液(1%水溶液)を加え恒温器(30°C)内に1時間放置し、後その着色反応をDubosqの比色計にて比較した。その結果は第8表に示す。尚比較のために採取直後の新鮮種子に就いても同時に検定した。新鮮種子では Peroxidase は糊麻が最も多く、次はトロロアフヒ、最後はオクラである。乾燥区では普通区に於けるよりも3作物共に Peroxidase は減少し、その率はオクラが最大で、次はトロロアフヒ、最後は糊麻である。又普通区と乾燥区とに於て Peroxidase の最も多いのは糊麻で、次はオクラ、最後はトロロアフヒである。尚種子中に Oxidase は含まれていなかった。

第8表 種子中の Peroxidase
(Dubosq 比色計の読み, 単位 mm)

	オクラ	トロロア フヒ	糊 麻
普通区	16.5	58.2	13.0
乾燥区	24.5	65.3	13.6
(新鮮種子)	9.0	7.0	1.0

IV 考 察

先づ種子の貯蔵条件が一方は自然状態で他方は極度の乾燥状態であるので種子含水量が如何に異なるかを検討し、又それが種子の大きさ及び重さに及ぼす影響を調べた。即ち乾燥区の方が普通区よりも種子含水量が少い事は自明であるがその割合に就き3作物間に若干の差異がある。又3作物間に乾燥のための大きさの減少程度に顕著な差異なく、重さに就いては糊麻はオクラ、トロロアフヒに比し乾燥による減少の程度が稍々大である。

第2年の1949年に於ける種子発芽試験に於て、乾燥区の方が普通区よりも3作物共に発芽の状態が悪い原因が乾燥のための全く機械的な、形態的なものか、或は生理的なものか、又は両者の共同にあるかが考えられる。若し機械的、形態的に種子の吸水が悪いために発芽が悪くなつたとすればその原因を除く事に依り吸水を容易にし発芽を良好にする事が出来る。而して種子を傷付けて蒔いた実験結果では乾燥区第2年の3作物の種子は明かに吸水が悪くなつて生理的には何等の障害も生じていない。而して種子吸水力は普通区及び乾燥区に於て、トロロアフヒが最も吸水力が大で、オクラ糊麻間には大差がない。両区を比較すると3作物共に乾燥区よりも普通区の方が吸水力大であるが、トロロアフヒでは両区の間には大差なく、オクラ、糊麻では両区

の間に顕著な差異が認められる。即ちオクラ、糊麻は乾燥により機械的、形態的に著しく吸水が悪くなっている事が分る。

種子の吸水能力に関係ある種皮の構造を検すると、組織上最も顕著な差異としてオクラ、糊麻には明線が存在し、トロロアヒは之を欠く。此の明線の作用及び生理的意義に就いての HILTNER & KINZEL⁽²⁾ のアカシアの種子を使用した実験に依ると、明線は硬実の原因となる。又 COE & MARTIN⁽¹⁾ は明線は種子の急速なる水分放出を防ぐ働きを有し、従つて之が又種子の吸水の場合にも水の透過を妨げる事が想像されると述べている。斯く明線が水分の放出、吸収と関係のある事は事実であるが、その生理的、機械的作用に就いては尙不明で、その後の研究をみない。又3作物に於て細胞膜が木質部から成っている柵状組織の内半部の厚さが、纖維素から成っているその外半部に比し、糊麻がオクラ、トロロアヒより顕著に厚い事も吸水に影響している如くである。本実験でみると乾燥種子の発芽の悪い事は機械的で、形態上、構造上の原因からであり、それに最も関係の深いものは明線であり得よう。而して長期の乾燥に依り明線の作用に種子の発芽を妨げる何等かの生理的原因が附加される事も考えられる。此の点に関しては今後の研究に俟たねばならない。

貯蔵中の種子でも当然呼吸作用を営んでいるが、その量が多ければ、それだけ早く消耗を来し、種子の壽命を短くする。従つて出来るだけ呼吸量を少なくする事が種子貯蔵上必要條件となる。本実験に依ると明かに乾燥区の種子は普通区のそれよりも呼吸量は少い。之は乾燥種子の含水量が少いため当然である。

種子発芽時の貯蔵養分の分解機作は酵素に依るのは勿論である。而して種子の発芽力減退を促す種々の原因は種子中の酵素の活力をも減退させる原因となり得よう。本実験に依ると種子の Peroxidase は乾燥状態に置かれた場合に発芽の最も悪い糊麻でも普通区と乾燥区とに大差がない。オクラでは乾燥区は普通区に比し比較的顕著に少く、トロロアヒでは同じく稍々少い。従つて Peroxidase は発芽には殆ど影響がない事が分る。

発芽と酵素特に Peroxidase との関係に就いては筆者の材料と同じ錦葵科に属する棉に就いて三須及一木両氏⁽⁴⁾の実験がある。両氏は「棉の種子は貯蔵年限に関せず Peroxidase の反応強く、発芽力との間に関係なし」と述べているが、本実験では3作物共に貯蔵年限と Peroxidase との関係は認められる。然し乾燥区と普通区の種子の発芽の状態から、発芽と Peroxidase との間には関係はないようで、此の点のみに関しては前記両氏の実験と同一である。

V 引 用 文 献

- (1) COE & MARTIN, 1920: Sweet clover seed. U.S. Dept. Agr. Bull. 844. (2) HILTNER L. & KINZEL W., 1906: Über die Ursachen und die Besteitigung der Keimungshemmungen bei verschiedenen praktisch wichtigeren Samenarten. Naturw. Zeits. Land.-u. Forstw. 4. (3) 香川冬夫, 1944: 新作物「糊麻」に就いて, 日本作物学会講演会発表及個人出版。(4) 三須英雄, 一木寛, 1928: 貯蔵種子の発芽力減退とエンチームとの関係。日本農芸化学会誌 Vol. 4, No. 47.

Résumé

Studies on the germination of seeds of "Nori-Asa" (glutinous hemp), an amphidiploid crop raised between *Abelmoschus esculentus* and *Abel. Manihot*, which were stored in different conditions were made, in comparison with those of the parents.

In the first year after storing seeds, there was no difference in each crop between the germination of seeds stored in the normal condition and in the dry state. In the second year, the germination of seeds stored in the normal condition was similar to that in the first year, but that of seeds stored in the dry state was poor. The degree of poorness was the largest in "Nori-Asa", medium in *esculentus* and the smallest in *Manihot*. But, the germination of seeds of each crop stored in the dry state was similar to that in the normal condition, if the seed coat was mechanically injured. So that, the cause of the poor germination of seeds above cited is in the difficulty in absorbing water due mainly to the mechanical change of seed coat brought about by the dehydration.

The water content of seeds stored in both conditions was the largest in "Nori-Asa". The size and weight of seeds of each crop stored in the normal condition were somewhat larger than those in the dry state, the decrease of weight in the dry state being most prominent in "Nori-Asa". The water absorbing ability of seeds of *Manihot* was the largest, no difference being found between both conditions, but those of *esculentus* and "Nori-Asa" stored in the normal condition were quite larger than those stored in the dry state. The light line which may play some important roles in the absorption of water and consequently in the germination of seeds is found in the seed coat in *esculentus* and "Nori-Asa", but not in *Manihot*. The inner half of palisade tissue in the seed coat of "Nori-Asa", whose cell membrane was consisted of lignin, was thicker than those of *esculentus* and *Manihot*. The amount of respiration of seeds stored in the dry state was the same in three crops, but that in the normal condition was the smallest in *Manihot*. The amount of peroxidase of seeds stored in both conditions was the largest in "Nori-Asa".