

稲苗発根力の力源

渋谷紀起*

Toshioki SHIBUYA : Studies on Catabolic Source for Rooting in Rice Seedling.

緒言

稲苗から新根が生長するには、新根構成のための構成的物質代謝と、構成仕事のための力源の物質代謝とが必要である。この場合の Anabolism の主体は蛋白合成であり、Catabolism の主体は呼吸である。それゆえ、稲苗発根力の力源を探ねることは、その場合の呼吸基質及びその変転を探るに他ならない。しかし “Kein Wachstum ohne Glykolyse” は Warburg (1926) の有名なテーゼであつて、呼吸基質は、それよりも高分子の炭水化物またはそれらの磷酸エステル等の分解によつて生成されてくるものであるから、稲苗発根力の力源探求は、いきおい、稲苗体内の光合成生成物及びその変転を探求することを中心とせねばならなくなる。

しかし、これはなかなか難しい問題であつて、純農学の分野にたつ筆者にとつては、まさに荷が重すぎる研究問題のようである。本報告では、各トピックごとに、実験方法、結果及び考察を記した。

実験方法、結果及び考察

I. 色光照明のもとにおける稲苗発根力の定量

栽培方法、栽培地、発育状態、時刻別気象環境等によつて変動する稲苗の発根力を、測定するために、筆者は従来次記方法を採用してきた。即ち、苗代から抜採直後の苗の旧根を剪除して、種粒残骸を取り除き、その部分を水洗した後、その部分のみが水に浸るようになら、ガラス壺の水中に挿映し、そのまま、ただちに、暗黒恒温器 (30°C, 器の上下に通気孔あり) に搬入し、72時間後に搬出して、暗黒30°C 72時間中に生じた新しい根の長さを測り、1苗当り総根長 (mm) を以て、試料苗の発根力とした。それゆえ、A試料とB試料との発根力の比較は、算術平均値間の比較であるから、両者の差は当然、小標本統計上の有意差を意味する。現在までのところでは、5%水準の有意性を得るためには、1回に10本以上の苗を必要とした。

以上の方法をもつてすれば、抜採直後時における稲苗発根力について、その大小を比較するには、不都合がなかつたのであるが、しかし、発根力の絶対値が果して正当に発現され尽されたか否かという点には、かなりの疑問が残つていた。この疑問の根源は、恒温器内の供試条件が稲苗発根に対して最適なりという証明が、全く排除していた点にある。しかしながら当研究室としては、温度、湿度、光度、CO₂濃度、O₂濃度等々をいろいろ変えながら、それらを組合せて、恒温器内に、いろいろ人工気象を設定することが到底出来ないで、まず、筆者は、色光の有無についてのみ、次の実験を試みた。

- 第1区 (1st lot) : 経続赤色光のもとにおける稲苗発根 (Rooting under Red Light).
- 第2区 (2nd lot) : 経続青色光のもとにおける稲苗発根 (Rooting under Blue Light).
- 第3区 (3rd lot) : 暗黒のもとにおける稲苗発根 (Rooting under Black Dark).

色光には色電球を用いた。即ち色電球を恒温器内に点燈して、このもとに苗を角壺に挿

* 農学部作物学育種学研究室 (Laboratory of Crop Science and Plant Breeding, Fac. Agr.)

秧したままの状態です。なお、電球には高熱の害を防ぐために、塗色ビニールで電球をおおい、更に大シャールに汲み上げられた着色水道水を濾光せしめた。水を着色するために、赤色用としてサフラニンを青色用として硫酸銅を用いた。このようにして、恒温器内の苗の直上位置では次のとおりとなつた。

1st lot : Red light, 2160-lux, 32.6°C, Humidity-74%

2nd lot : Blue light, 2870-lux, 35.8°C, Humidity-80%

3rd lot : No light, Black (Dark), 30°C, Humidity-88%

これらの区の中における72時間中の発根量を測定した結果は第1図及び第2図のとおりである。

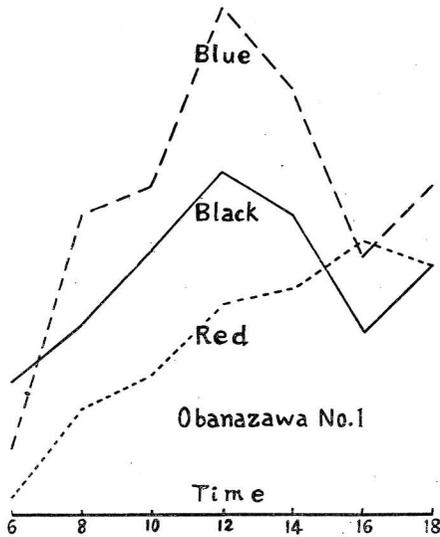


Fig. 1

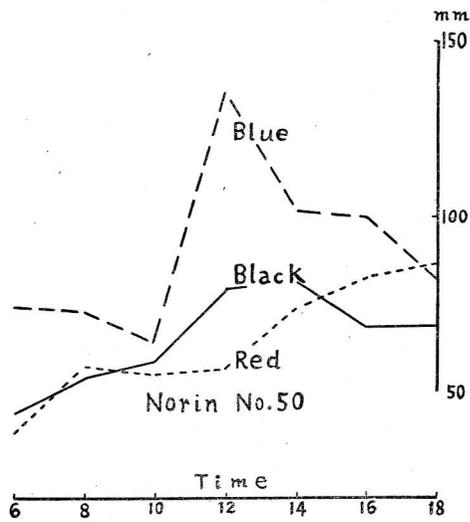


Fig. 2

Fig. 1, 2 : Diurnal variation of rooting activity (mm) under colored light and darkness.

第1図及び第2図によれば、青色光のもとにおける発根が最も大で、赤色光のもとでは発根が抑えられるようであり、暗黒は両者の中間の効果をもたらしている。

以上の結果を考察するに、暗黒恒温器内における発根量は、苗が恒温器に搬入される直前に有していた発根基質に拠るから、基質量を S とし、それらの分解によつて生ずるエネルギー量を E とすれば、 $E=KS$ (ただし K は分解に関する恒数) が成り立つであろう。青色光は S を大ならしめて S_1 とし、従つて $E_1=KS_1$ に至らしめ、また赤色光は K の値を変化せしめるとみられる。赤色光経続照射のもとでは K 値が小であることは、第1表から推定出来る。

Table 1 Total N (%) in the top of rice seedling (in 60 hours shining)

Time of picking	Kind of light	
	Blue light	Red light
6.00	3.88	3.68
12.00	3.61	3.56

Variety : Norin No. 50

即ち、第1表は、青色光下60時間放置 (根部を水に浸しつつ) が、赤色光下60時間放置の場合よりも、一層多くの炭水化物を消費して、苗地上部体内の N 成分の割合が高まること、また斯る傾向が正午採りの苗よりも、早朝採

りの窒素及び水分に富む苗において著しく現われることを示している。これは光のエネルギーの利用比の点で、赤色光が青色光よりも大であることが原因であろうが、それ以外に、赤色光がDPN(脱水素酵素の助酵素)の生合成を小ならしめたり、赤色光における発根ホルモンの分解に基く発根の遅滞、それに伴う解糖・呼吸の阻害があるのかもしれない。

上図によれば青色光による発根の助長及び赤色光による発根の停滞は、12時頃抜き採りの苗において最も著しい。これは、葉緑体グラナにおいて Protochlorophyll から光化学的に生成される Chlorophyll の量が、光度に応じて日変化し、12時頃に最大となつたものが、抜き採られて恒温器に搬入されての後も影響を及ぼすのであろう。また早朝の発根力生成量が昼過ぎ頃乃至夕方の発根力生成量よりも劣るのは、Protochlorophyll の生成が気温に従っているからである。

以上のように、色光照明のもとにおける発根現象から知り得ることは、発根力の力源物質が、クロロフィルでつくられること、したがってクロロフィル量の日変化が発根力生成に至大の影響を及ぼすことである。

しかしながら、われわれが検知し得る発根力は、いわば見かけの発根力であつて、真の発根力の絶対値を測定して、これを知ることは至難事であることもわかつた。

II. 日光による稲苗発根力の生成

湛水された折衷苗代において、苗代日数43日の苗(品種:水稲農林41号)に対して、直日射の無遮光区と、寒冷沙1枚による遮光区とを設け、朝5時から夕18時に至るまで、それぞれの区から、苗を抜き採り、これらの苗の発根力を暗黒恒温器(30°C)内で72時間に発生した新根の1苗当り総根長に拠つて求めた結果は、第3図のとおりであつた。

第3図によれば、日光強度の人為的制限は、稲苗発根力の低下をもたらすことが明らかである。この事実から、稲苗発根力の力源は、光合生成物が主体をなしていることが充分に、推定され得るのである。しかし、この力源を利用して、実際に発根現象をもたらすものは、苗の体内にある諸種の酵素である。炭水化物は、緑葉細胞内において、諸種酵素の関与のもとに極めて複雑な変転を経て、発根のエネルギー源と成るのであるが、この変転の緩慢な場合には発根が遅延し、変転が急速の場合には、発根もまた促進されるから、一定時間内の発根量を以てみれば、前者の場合は少なく、後者の場合には多いこととなる。それゆえ、上記測定方法に基く発根力(R)は、力源となる物質の量(=発根基質量S)と、その変転速度(=発根基質分解に関する恒数K)との乗積に比例する。即ち $R \propto S \cdot K$ である。しかるに $E = KS$ であつたから、 $R \propto E$ となる。こ

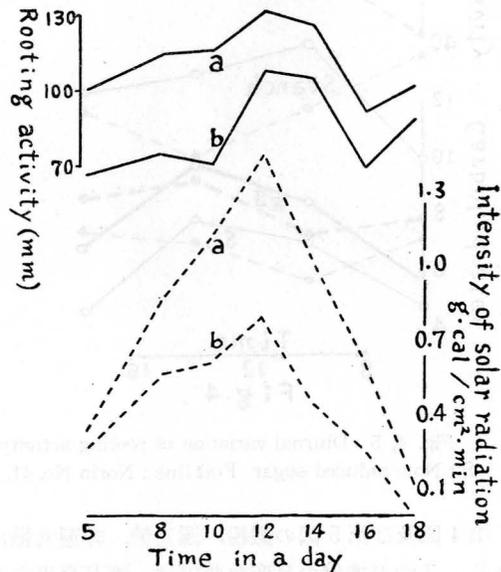


Fig. 3 Diurnal variation of rooting activity (mm) of rice Seedling. a : unshaded, b : shaded

のEの値即ち生長エネルギーの大小は、一方において基質の量によつて規制されることは当然であるが、他方においては、エネルギー代謝に関与する酵素の活性度や濃度によつて、また、澱粉や糖の分解初期における加磷酸または脱磷酸の反応に参加するところの稲苗体内の磷酸及び磷酸結合体の含量によつて規制される。ところが、酵素構成の窒素、金属原子、及び苗体内の磷酸などは、もともと苗が保有または土壤から吸収する物質である。それゆえ、稲苗発根力全部が、日光によつてのみ直接に生成されるのではなく、発根力の一部分が、日光によつて生成されるのである。

Ⅲ. 稲苗発根力生成の日変化

A) 澱粉, 還元糖, 非還元糖

稲苗発根力は生長エネルギー生成量に比例する。このエネルギーを生成供給し得る基質は、さまざまな光合成中間生成物であり、また、それらに由来する低分子の呼吸基質たり得る物質例えば有機酸である。それゆえ、稲苗発根力の日変化曲線が、必ずしも、澱粉, 還元糖, 非還元糖等のみの日変化曲線と一致するとは限らないことは予想され得る点である。

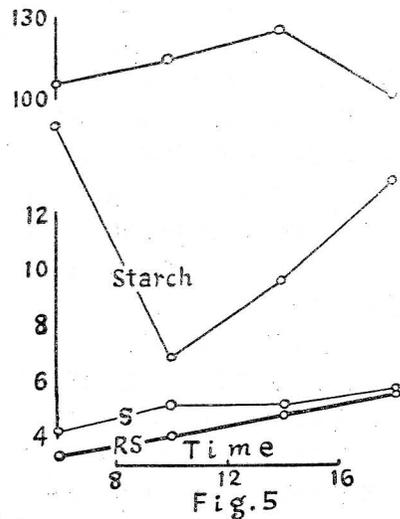
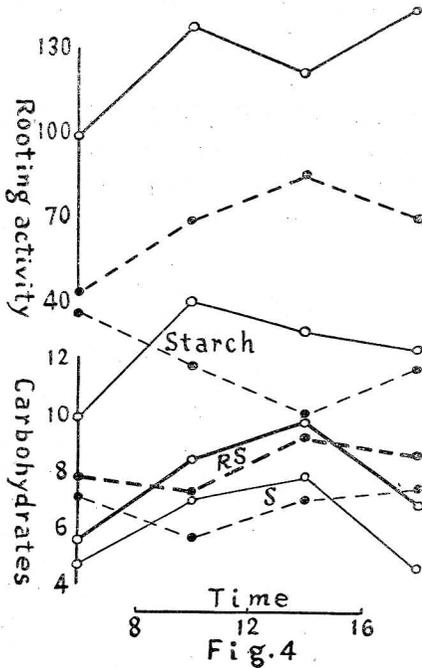


Fig. 4, 5 Diurnal variation of rooting activity and carbohydrates. RS : Reduced sugar, S : Non-reduced sugar. Full line : Norin No. 41, Broken line : Norin No. 46

第4図及び第5図の澱粉, 還元糖, 非還元糖は、ベルトラン法によつて分析した結果である。3つの成分の日変化曲線は、稲苗発根力のそれと、いくらか似ている点もあるが、異つた点もある。このことは、澱粉及び還元糖, 非還元糖が、発根基質の一部分に過ぎないことを如実に示している。

B) 水分及び窒素

稲苗発根力の日変化曲線に類似の曲線は、稲苗乾物率の日変化曲線である。例えば第6

図のとおりである。

第6図によれば、最大乾物率（即ち最少水分）の時点において最大の発根力がみられる。古賀・西山（1933）によれば、イネ植物の含水量の変化は、大気の飽差の変化と対称的経過をとるものと云う。大気の飽差は、元来、気温と併行するものであるから、乾物率の変化は、気温の変化と併行的なものということとなる。しかしこれでは、第6図の如き乾物率や発根力の日変化に関する品種間差異を説明することが出来ない。やはり、平松（1953）のごとく、乾物率と炭素同化並びに呼吸とを関連させて研究する必要がある。供試品種即ち農林41号と農林46号の苗形質の差は、窒素含量（第7図）並びに徒長性（第8図）において認められる。

葉中の水分が大なることが、暗黒下で、葉の蛋白質の加水分解を容易ならしめて、可溶性窒素を大ならしめることは、既に20年前に Mothes, Wood, Petrie 等¹⁵⁾ によつて報ぜられているから、第6図の結果と第7図の全窒

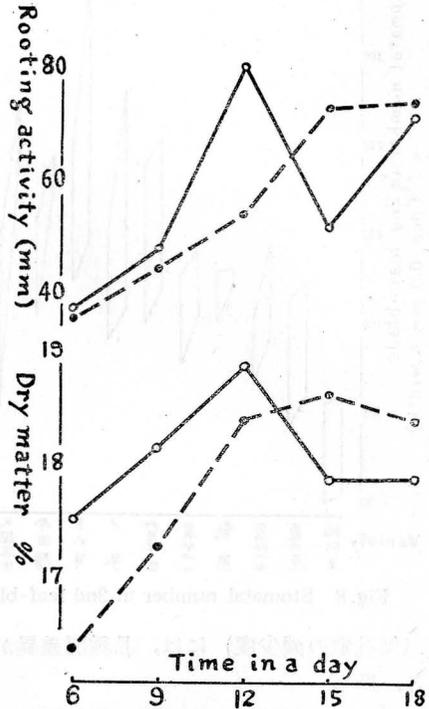


Fig. 6 Diurnal variation of rooting activity and dry matter percentage. Full line : Norin No. 40, Broken line : Norin No. 46

素含量とが、よく符合している。

第8図に示した実験結果は、第2本葉葉身裏面について、0.9mm×全幅内の気孔数を数えたものである。即ち、折衷苗代状態及び水苗代状態のポットを用意し、これに同時播、同時発芽させて、第3葉が出葉、展開し終えた時期に、葉面に対する反射光線を利用して検鏡したのである。その際、葉面を無着色のまま太陽光線を反射させて検する方法と、葉面を、ラクトフェノール・サフラニンにて着色して、青色スポットライトを反射させて検する方法とを採用した。

水苗代の苗の葉は徒長するから、気孔間隔が伸びて、単位葉面積の気孔数が少なくなるのであるが、気孔間隔の伸びか

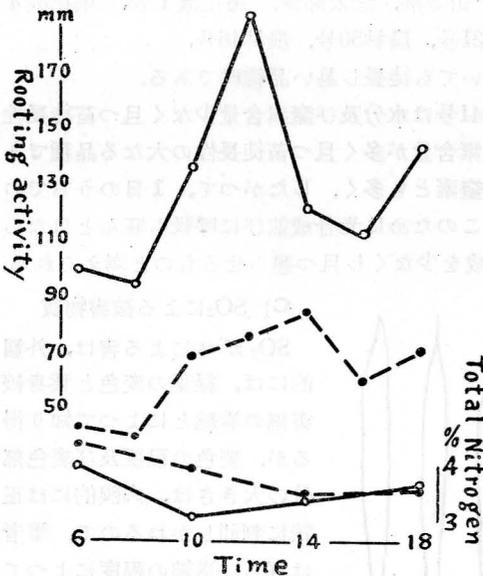


Fig. 7 Diurnal variation of rooting activity and total nitrogen in rice seedling. Full line : Norin No. 41 Broken line : Norin No. 46

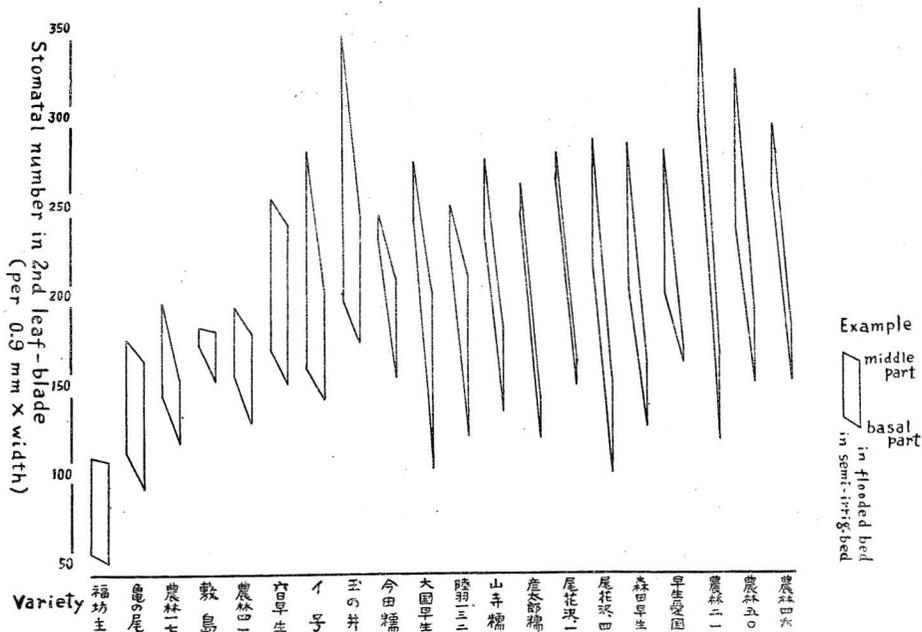


Fig.8 Stomatal number in 2nd leaf-blade of rice variety. See the example at right.

た (気孔数の減少度) には, 品種間差異があつて第8図供試品種を2大別にすることが出来る。即ち

- 第1群——福坊主, 亀の尾, 農林17号, 敷島, 農林41号, 六日早生, イ号, 玉の井
 - 第2群——今田糯, 大國早生, 陸羽132号, 山寺糯, 彦太郎糯, 尾花沢1号, 尾花沢4号, 森田早生, 早生愛国, 農林21号, 農林50号, 農林46号,
- 第2群は葉身の中部及び基部のいずれにおいても徒長し易い品種群である。

第6図, 第7図及び第8図によれば, 農林41号は水分及び窒素含量少なく且つ苗徒長性の小なる品種であり, 農林46号は水分及び窒素含量が多く且つ苗徒長性の大なる品種である。つまり, 徒長性の大なる稲苗が, 水分, 窒素とも多く, したがつて, 1日のうちの苗葉昇温時刻が遅れて, なかなか昇温せず, このために光合成並びに呼吸も旺んとはならず, 且つ時間的に遅れ, その結果, 発根力生成を少なくし且つ遅らせるものと考えられる。

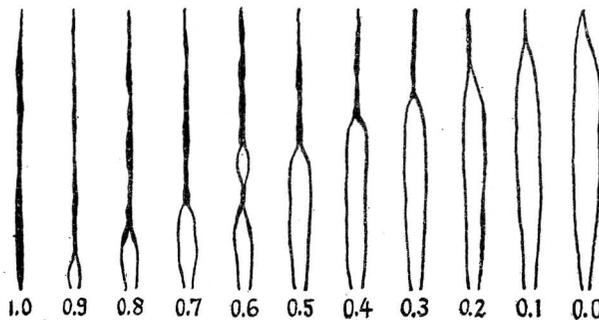


Fig.9 Degree of injury on leaf-blade induced by SO₂. Figures show the classes of injury.

C) SO₂による被害物質

SO₂ガスによる害は, 外観的には, 緑葉の変色と葉身被害部の巻縮とによつて知り得るが, 変色の程度及び変色部分の大きさは, 肉眼的には正確に判別しかねるので, 筆者は専ら, 巻縮の程度によつて被害度を判別し, これを第9図のとおり, 11階級にわけた。

苗は、ビーカーまたは管壇に挿され、この中には、苗の根を埋める程度に水道水を入れておく、ガス処理直後、ビーカーまたは管壇中の水は、清水を以て換水される。Bから発生するガスは、 $2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Cu} = \text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$ であつて、亜硫酸ガスの倍当量の水蒸気を含むが、このほうが、 H_2SO_4 によつて洗水した SO_2 のみよりも、実験上便利であつた。即ち SO_2 のみの場合には、苗の被害が激甚で、被害度階級を区別しかねるまでに害されたが、水蒸気混合ガスの場合には、3分間処理によつて充分目的を達することが出来た。

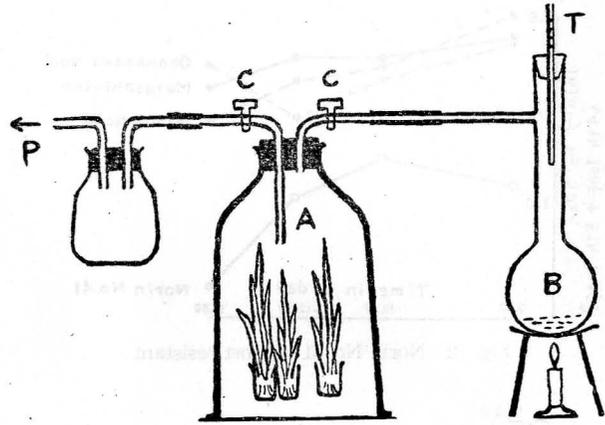


Fig. 10 Device for SO_2 -treatment.

- A : Seedling put into a glass bell.
- B : $\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4$
- C : Cock
- P : Sucker or Pump
- T : Thermometer

以上のようにして SO_2 処理をした苗を、ビーカーまたは管壇に挿入したまま、1昼夜間、暗常温のもとに放置した後、 SO_2 被害度を観た。例えば第5葉の被害度を x_i 、第6葉の被害度を y_i とすれば、 n 本の苗の第5葉 n 枚の平均被害度は $\sum x_i/n$ であり、第6葉 n 枚の平均被害度は $\sum y_i/n$ であるから、両者合計は $\sum x_i/n + \sum y_i/n$ となる。このようにして SO_2 被害度を観察した結果を以下に掲げる。第11図と第12図の実験は、実験日を異にするが、どちらも保温折衷苗代育ちの苗であり、第13図の実験は早播（3月15日播）のトンネル式ビニール苗代育ちである。いずれも晴の日に苗取されて、苗取直後に SO_2 ガスで処理したものである。第14図は第7葉展開当時の苗によつて実験した結果である。

SO_2 ガス吸入から葉身の巻縮までの過程は、単純なものではないと思われるが、第11~14図によれば、供試品種のうちで、農林41号 [(イ号×敷島)×刈羽神種]×京都旭1号] や六日早生 (板戸早生×イ号) が比較的に被害の少ないこと、また、日中では、葉の乾物率の大となる頃に被害が

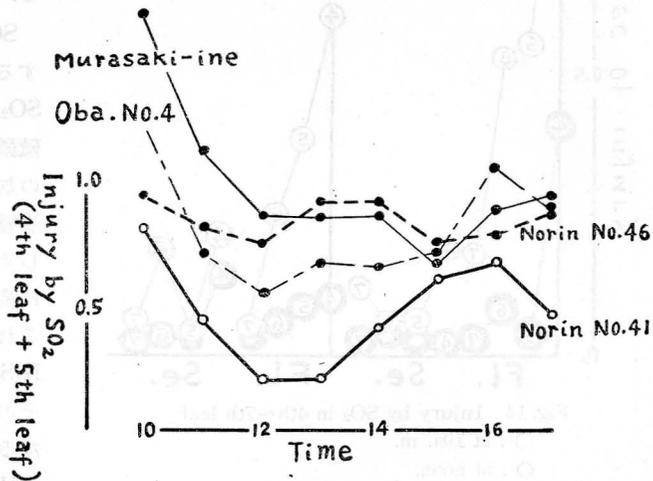


Fig. 11 Norin No. 41 is most resistant

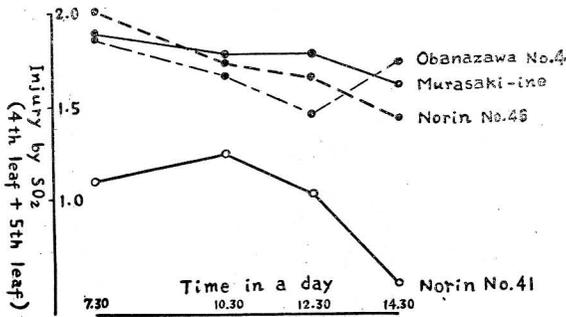


Fig. 12 Norin No. 41 is most resistant

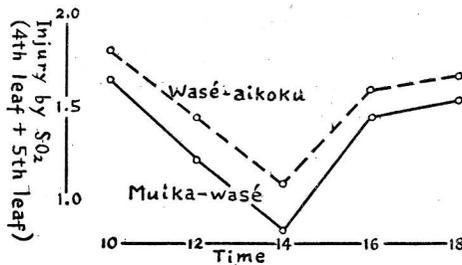


Fig. 13 Muikawasé is resistant

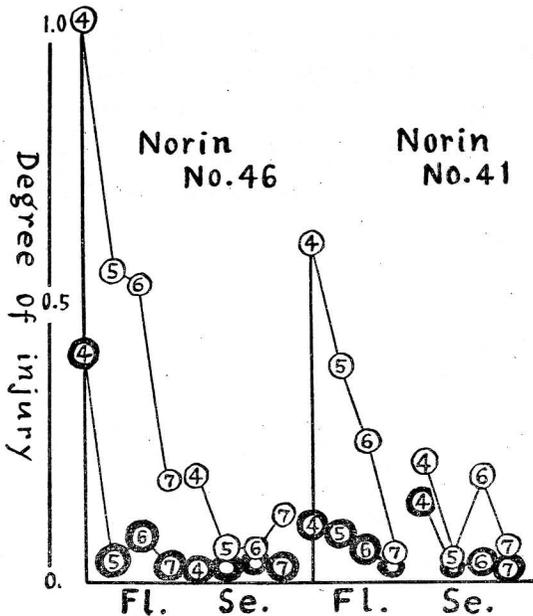


Fig. 14 Injury by SO₂ in 4th~7th leaf

- : at 10a. m.
- : at noon.
- Fl : grown on flooded bed.
- Se : grown on semi-irrig. bed.

軽減されること、また、水苗代の苗よりも折衷苗代の苗のほうが被害少ないことなど、苗発根力の日変化現象と、ほぼ逆の関係となつていることを知るのである。

SO₂ 害の内容を検討するために、SO₂ ガス処理苗と無処理苗との炭水化物分析を行なつた結果を示せば第3表の如くである。ただし、処理苗とは、SO₂ で3分間処理した後、無処理苗と同様に1昼夜、常温暗処に、根を清水中に浸したまま放置した苗である。分析は Lehmann-Maguenne-Schoorl 法に拠つたので、±2%程度の誤差を伴つている。

第3表によれば、SO₂ は苗中の澱粉を分解し、他方において還元糖を増加させている。処理苗における澱粉の減少の程度は農林41号の苗よりも農林46号の苗のほうに著しい。この点は、後述の低温処理の場合と逆である。

SO₂ による被害の機構を考察するに、苗体内に吸入されたSO₂が、H₂SO₄ となつて、この硫酸が、葉組織の脱水及び澱粉の加水分解を惹き起して、葉の巻縮並びに還元糖の増加を来さしめると考えられるから、硫酸に変化する過程が問題となる。これを無機的に H₂O₂+SO₂=H₂SO₄ と見做せば、過酸化水素そのものの消長が問題の焦点となる。

H₂O₂は、ピルビン酸の酸化的脱カルボキシル基なるチアミン

Table. 2 Diurnal variation of rooting activity of seedling grown up in flooded bed and in semi-irrigated bed. (Total length of renewed roots per seedling, mm)

Time \ Seedling (Age)	(A)		(B)	
	Average of 5 vars.		Kameno-o	
	Flooded (5.1)	Semi-irrig. (5.2)	Flooded (4.8)	Semi-irrig. (5.0)
6.00	28.8	41.9		
8.00	44.1	55.2	15.5	
10.00	48.8	61.9	18.5	19.0
12.00	63.1	81.6	20.0	22.5
14.00	76.4	78.5	22.5	47.0
16.00	58.5	72.7	40.0	45.0
18.00			20.0	30.5

Note, 1) 5 varieties : Sakai+kaneko, Hikotaro-mochi, Norin No. 50, Yamadera-mochi, Hiedachi-iné

2) (A) : Fine day, (B) : Cloudy day

Table. 3 Effect of SO₂ on carbohydrates of seedling

Variety		Treated	Control
Norin No. 41	Total carbohydrates (%)	29.7	32.2
	Starch (%)	21.9	25.2
	Reduced sugar (%)	7.5	3.8
Norin No. 46	Total carbohydrates (%)	28.4	31.7
	Starch (%)	18.3	23.6
	Reduced sugar (%)	8.0	5.4

ピロリン酸の関与する分解によつてアセチルリン酸と蟻酸とが生じたり、また澱粉末端基だけの酸化によつて蟻酸が生じて、蟻酸がフラボプロテインによつて分解されたまま、チトクローム・チトクロームオキシダーゼを経ないで、H₂O₂とCO₂とになる場合の如く、チトクローム・チトクロームオキシダーゼ系酸化呼吸が阻まれた場合に発生する。稲苗では、水分が過大の場合に、水分(H₂O)を愈々大ならしめるようなチトクローム・チトクロームオキシダーゼ系呼吸が阻まれて、これに代つて、フラボプロテインを最終段階とする酸化呼吸が営まれて、H₂O₂を生ずるに至るのである。したがつて、苗の水分の大なる品種及び時刻に、SO₂の被害が顕著となるという上記の実験結果が理解され得る。

他方、カタラーゼ活性の日変化において、夕刻に活性が最少となるという報告⁷⁾もあるので、過酸化水素の多い時刻にカタラーゼ活性もまた大であると考えられ、したがつてH₂O₂は、カタラーゼによりH₂OとOとに分解し、SO₂を先ずSO₃にしてから、H₂Oを結合させて硫酸に化すとも考えられる。

いずれにせよ、SO₂の被害度は、水分の多少と、チトクローム・チトクロームオキシダーゼを経ない呼吸の程度とを表示しているようである。

D) ATP

Adenosine-triphosphate は光合成中間生成物の変転の際に、合成エネルギーを供給するし、またアミノ酸アミド或はペプチツドの合成には欠くことのできないエネルギー運搬物質であるとされ、また、細胞分裂に先立つ原形質運動も、ATP添加によつて促されるという。このATPは、有気呼吸と共転する酸化的リン酸エステル化反応によつて生じてくる。

速効性窒素質肥料硫酸を苗代に追肥すれば、施肥直後、苗体内において窒素化合物 (例えばアスパラギン) が生合成され、この仕事のために、高エネルギー磷酸結合体に蓄えられているエネルギーが動員消費されるから、発根力の力源たる炭水化物の合成速度が弱められ、したがって発根基質の生成が阻まれ、第4表のとおり、発根力が衰えるに至る。

Table. 4 Rooting activity of rice seedling of no top-dressed (A), and top-dressed by $(NH_4)_2 SO_4$ (B).

Time of picking or top-dressing		Rooting activity	
Date	Time	Norin No. 46	Norin No. 41
A	5.18 18	52.9	45.2
	5.19 6	27.8	24.5
Top-dressed at 10.00 a. m. on May 19			
B	5.19 18	2.4	13.3
	5.20 6	3.4	15.7
	5.20 18	23.2	27.0
	5.21 6	6.3	11.1

第4表によれば、農林46号は窒素化合物の合成程度において、農林41号を凌ぎ、この合成仕事のために ATP のエネルギーを消費して、したがって光合成や発根力合成が衰え、農林41号よりも発根力において劣ることがわかる。このような傾向は、農林46号が農林41号よりも晩生であることに関係があるとおもわれる。

IV. 低温取置中の稲苗発根力の減少

稲苗発根力の増減に関する品種の特異性は、光合成並びに呼吸の機転の特異性に、その基因を求めることができる。この特異性のうちには、酵素の構造並びにその活性の特異性をも包含することは、更めて云うまでもない。

実験は晴の日の正午に、苗代から苗を抜き採り、直ちに旧根を 1cm程度に剪り残し、種

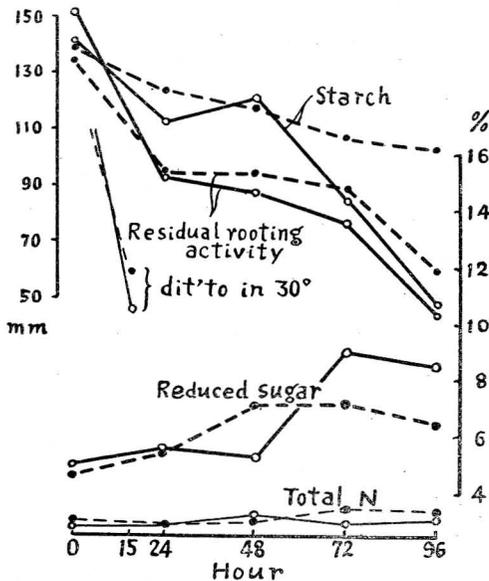


Fig. 15 Residual rooting activity and substances in rice seedling laid in low temperature. Full line : Norin No. 41 Broken line : Norin No. 46

籾残骸を除き、水洗した根部を、太い管壘中の水中に挿したまま、5°Cの暗い低温器内に放置し、それから毎日24時間おきに苗を抽出して、この苗のもつ発根力を、30°C暗黒72時間の新根発生量によって求め、同時に、低温取置日数零日から4日までの苗の成分を定量し、且つ、水溶性糖類については、ペーパー・クロマトグラフィによつて検討した。

その結果、第15図にみられる如く低温取置日数の経過とともに、苗発根力は消費されて、残存発根力が次第に小となり、これと歩調を合せて、苗乾物の主要部分を占める澱粉が減少を示した。これら減少度には品種間差異があり、農林41号は農林46号よりも減少度が大きであった。苗中の還元糖は、澱粉と趣きを逆にし、取置時間の経過に伴つて増す傾向があつたが、取置4日目に至つて却つて減少して

いた。低温取置苗中の非還元糖含量は微量であつた。全窒素は、低温のもとでは殆んど増減がなかつたが、含量には品種間差異が認められ、農林41号は農林46号よりも少なかつた。可溶性Nは取置き2日目までは微量ながら存在していたが、それ以後は消失した。低温取置4日目の苗の全磷酸含量において、農林41号のほうが農林46号よりも多量と認められた。水溶性糖類のペーパー・クロマトグラフ

イでは、いずれの品種にもマルトースが全く現われなかつたが、ペントース類が農林46号のほうに、やや判然たるスポットを示した。

発根力の減退量 R_d は、苗の取置温度 t と取置時間 h とに比例するとみなされ、 $R_d = K \cdot t \cdot h$ が成立つから、これにより K の値 ($\text{mm}/^\circ\text{C} \cdot \text{hour}$) を求めれば、第5表のとおりである。

農林41号の K の値は、農林46号のそれよりも大であつて、 K の値の大なる品種は、それが暗黒低温に曝される直前に所有していた発根力を、暗黒低温のもとで発根部位呼吸によつて消費させ易い品種であるから、この呼吸の過程で TCA-cycle による高エネルギー-磷酸結合を多く生成する品種であろうと云い得る。また、マルトースが生じていないことは、この部位の呼吸が正常であつて、澱粉が加磷酸分解によつて分解されて、低分子の呼吸基質となることを立証しているから、苗における澱粉消失の著しい品種や苗は、フオスフォリラーゼによる加磷酸分解の程度が大であることを意味する。要するに、呼吸によるエネルギー-発生及びその利用の大なる品種は、フオスフォリラーゼ活性においても大なる品種であることが察知出来たのである。

これは多分、完全呼吸の道程たる TCA-cycle の諸反応から生ずるエネルギーの大部分が、磷酸エステル結合エネルギーに変転し、利用できるエネルギーとして細胞内に存する場合の、高エネルギー-磷酸結合の代表的なものが ATP であるから、Adenosine-phosphate を Cophosphorylase とするフオスフォリラーゼは、TCA-cycle の廻転の進行に比例して、その活性を増すからであろう。

フオスフォリラーゼの活性が大となる細胞では、還元型

アスコルビン酸も多く、フオスファターゼの活性も強く、したがつて g-6-p が脱磷酸されて葡萄糖となるのは容易とおもわれる。事実、第15図では、澱粉消失の著しい農林41号において、多量の還元糖生成が見られている。

ATP は、前述したとおり、細胞分裂や細胞の蛋白合成に対して、エネルギーを伝え与え

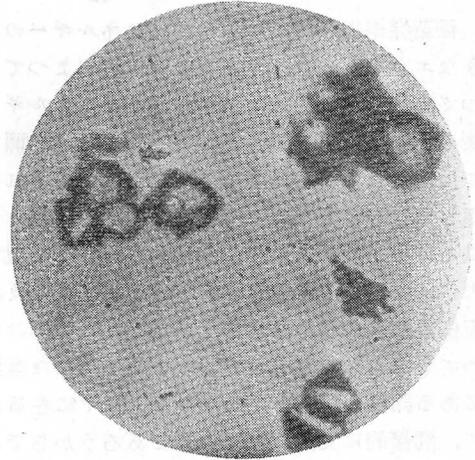


Fig. 16 Crystal of $(\text{NH}_4)_3 \text{PO}_4 \cdot 10 \text{MoO}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$

Table 5 Decreased degree (K) of residual rooting activity in accordance with chilling hour in dark, 5°C

Hour	Variety	Norin No. 41	Norin No. 46
48		0.35	0.17
72		0.21	0.13
96		0.22	0.16

るものであるから、発根の力源として重要視されねばならないと同時に、イネ耐冷性の本質にも関係する物質とみられる。換言すれば、低温のもとにあつても、有気呼吸の旺なことこそ、苗においては新根の生成を減退せしめず、また生育後期においては耐冷性を衰えさせないことの要因であると思惟されるのである。

結 言

稲苗発根力とは、稲苗の蓄積エネルギーのうちの発根に利用される部分である。このようなエネルギーは、エネルギー代謝によつて「発根」という「仕事」をおこなう。したがつて、稲苗発根力は、苗が蓄積するエネルギーの量及び質によつて、また、エネルギー代謝の速度、量及び質によつて支配される。而して前者が光合成により、後者が呼吸によつて代表されることは論ずるまでもない。それゆえ、筆者が、稲苗の発根現象を数量的に表現した場合に見られる発根力の変動を基調として、変動の原因を探るべく、2, 3の実験を試みて来た結果として、発根力が刻々に変動することの原因や、発根力の品種間差異の原因が、すべて、光合成のありかた並びに呼吸のありかたにあると断ぜざるを得ないのは、至極当然といわねばならない。これら生理の「ありかた」の差が、必ずしも環境のみによつてもたらされるものではないこともまた当然である。なぜならば、葉緑体蛋白も細胞質にある諸種の酵素も、ミトコンドリアに在るとみられるRNPも、核のなかのDNPによつて、間接的に支配されているであろうからである。

苗代においては、稲苗は葉群叢を形成する。各葉は必ずしも、日光に直角な面をつくつてはいないし、上方の葉によつて遮光される葉もある。ここに光が射して、発根力の素をつくるのであるから、薄播疎植の苗が、多量の発根力を生成するはずである。反対に、厚播密植や日中の深水などは発根力を大ならしめない。

挿秧された稲苗から、新根が速やかに且つ沢山に生じて、苗の活着が早いためには苗の蓄積発根力が最大のエネルギーを生じ得るような過程によつて分解されなければならない。このためには、有気呼吸が最も有効であるから、苗の挿秧のしかた、本田土壌の理化学性などが至大の影響を及ぼすこととなるのである。

参 考 文 献

- 1) 相見靈三・村山 高 (1955) : 日作紀 23 (4)
- 2) Bonner, W., Bonner, J. (1948) : Amer. Jour. Bot. 35 : 113~117
- 3) Dastur, R. H., Chinoy, J. J. (1932) : 中山包著—最近の稲研究概観による
- 4) 江上不二夫編 (1951) : 核酸及核蛋白, 下, 110~247
- 5) 藤原彰夫 (1954) : 農及園 29 (10), 30 (12)
- 6) 平松計之助 (1953) : 山形大学紀要 (自然科学) 2 (3)
- 7) 伊東信吾 (1946) : 日作紀 16 (1~2)
- 8) Kasanaga, H., Monsi, M. (1954) : Jap. Journ. Bot. 14 (2)
- 9) 古賀正巳・西山 昇 (1932) : 農及園 7 (1)
- 10) Langston, R., Leopold, A. C. (1954) : Plant Physiol. 29 : 436~440
- 11) 奥貫一男 (1954) : 植物生理化学
- 12) Pucher, G. W. (1947) : Plant Physiol. 22 : 1~19
- 13) Shibuya, To. (1954) : Bull. Yamagata Univ. (Agr. Sci.) 1 (4)
- 14) — (1954) : Bull. Yamagata Univ. (Agr. Sci.) 2 (1)
- 15) 山田 登・丸尾文治訳 (1954) : J. ボナー著 植物生理化学

- 16) 山崎守正・加藤勲 (1953) : 日作紀 22 (1~2)
 17) 米丸忠太郎 (1926) : 農事試験場報告 47号

Summary

1) Rooting activity of rice seedlings was inquired into and mentioned in the present paper. It surely originated in photosynthesis and respiration. Photosynthesis produced the carbohydrates, and respiration produced the energy, which were both necessary for rooting.

2) The rooting activity varied diurnally. This diurnal variation was induced by that of intensity of solar radiation and chlorophyll content.

3) The curve of diurnal variation of rooting activity was symmetrical to that of water content and nitrogen contents, besides to that of the degree of injury by SO_2 . Why was it ?

Much water in leaves lets the specific heat of seedling resemble to that of water itself, and makes low the photosynthesis and rooting activity in daytime by the hardness of the rise of leaf temperature, while it makes much the nitrogen compounds in place of carbohydrates. Besides, much water in leaves makes easy the hydrolysis of protein in darkness, and produces H_2O_2 by discontinuance of cytochrom•cytochromoxydase respiration. $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{SO}_2 = \text{H}_2\text{SO}_4$. H_2SO_4 injures the leaves of seedling by dehydration and inorganic hydrolysis of starch.

4) The formation of organic nitrogen compounds (that would be aminoacid-amides and peptides) which followed to top-dressing by $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$ was antagonized against photosynthesis and synthesis of rooting activity, because of the competition in ATP-consumption.

5) Rice seedlings picked off and kept in beakers and chilled at 5°C lost the rooting activity according to the length of chilling hour, and in the same time the starch in seedling was decreased by phosphorolysis. There was found an intervarietal difference in the degree of loss of rooting activity and of phosphorolysis of starch.

6) The relations mentioned as above are able to be shown in the next scheme.

