水稻生育におよぼす地温の研究

第4報 三要素および水分吸収量の昼夜間差異ならびに要素吸収に 対する培地条件の影響*

竹 島 溥 二

(山形大学農学部)

前報にひきつづき三要素ならびに水分の吸収と地下部温度との関係を明確にする目的で実験を行なつた。主としてそれらの吸収量の昼夜間差異および培地への通気の有無、培地中三要素量とそれらの吸収との関係などについて行なつた。

示したものである。第1図で明らかなように晴天日は昼夜の吸水量の差がきわめて著しいのに反し、雨天日はその差がきわめて僅少である。このような事実は吸水量が主として蒸散量の多少によつて大きく支配されることを示すものと考えられる。

1. 実験材料および方法

実験材料および方法については前報に準じて行なつた。なお昼夜間差異の実験においては1日を2分し、6時から18時まゝを昼間とし、残りを夜間としてそれらの間における窒素、リン酸、加里および水分の吸収関係をしらべた。

2. 実験結果ならびに考察

1) 吸水量の昼夜間差異

吸水量が蒸散量によつて支配され、晴、雨天の間で顕著な差が認められることは周知の事実である。したがつて、晴、雨の気象条件の差異が昼夜の吸水量にきわめて大きな影響をおよぼすであろうことは論をまたない。第1図は晴天、雨天の場合の処理間の吸水量を

2) 要素吸収量の昼夜間差異

実験結果は第2、3図に示した通りである。どの区もまた晴、雨天いずれの場合でも、概して昼間の吸収が夜間のそれよりもまさるが、しかし水分の吸収にみられるような著しい差異は認められない。この現象は三要素いずれにも共通していえるもののようで、この事実は地下部の温度条件が昼夜ともに要素吸収量に大きな影響を与えることを示すものと考えられる。つぎに30°C、25°Cなどの高温区と20°C、15°Cなどの低温区との間における昼、夜の吸収量の比較を行なうと、前者よりも後者の差が著しい。こうした事実から夜間における吸収量がかかなり大きいことが立証され、そして要素吸収に際し低温が著しくその吸収を阻害し、ことに加里においてそれが顕著であることが考えられる。

第1図 吸水量におよぼす気象条件の影響
○—○：晴天，△—△：雨天，C：自然温区

3. 要素対水分吸収比の昼夜間差異

実験結果は第4図に示してある通りである。第4図で明らかなように15°C区を除いた各区における昼間の要素対水分吸収比はほぼ等しい。すなわち昼間は要素の吸収と水分の吸収がほぼ平行的に行なわれていることを意味する。しかし夜間における吸収は15°C区および加里の20°C区を除けば低温区ほど大である。これは水および要素の両者の吸収を比較した場合、いずれも根の呼吸作用および物理的吸収作用の両者が関与するが、しかし水および要素の両者の吸収においてはそれぞれその関与する割合が異なることによるものと考えられる。なお15°Cのようなきわめて低い温度条件

* 昭和39年1月8日受理

第2図 三要素吸収量におよぼす気象条件の影響 (晴天)

○—○: N, △—△: P, □—□: K

第3図 三要素吸収量におよぼす気象条件の影響 (雨天)

第4図 要素対水分吸収比の昼夜間差異

○—○: N/水, △—△: P/水, □—□: K/水

下では水分の吸収量も不良になるが、窒素、リン酸、加里などの要素の吸収はさらに低下することを示すものである。

4. 要素吸収量におよぼす通気の影響

水稻根が無酸素状態の培地中においても完全な酸素吸収を営むことができるのは、通気組織を通して多量

の分子状酸素が地上部から供給される事実に基づくことが熊田³⁾、三井⁴⁾、有門⁵⁾、相見¹⁾その他によつて明らかにされている。こうした事実からこのような機能を持つ水稻が地上部から供給される酸素で充分であるか否か、さらに三要素ならびに水分吸収量と地下部温度との関係をしらべた。供試材料としては第11葉期のものを用い、なお通気方法としてはエアポンプを使用し、常時通気する方法で実験を行なつた。

実験結果は第5図に示してある通りである。第5図で明らかなように、15°C区を除いてはいずれの区も通気区が若干まさっている。通気により要素の吸収が増加することは通気により根の呼吸作用が促進される結果と考えられるが、15°C区が通気することにより逆にマイナスになる点については、本研究の範囲内では不明である。

5. 要素吸収量と培地中要素量との関係

窒素、リン酸、加里などの三要素の吸収が培地中の窒素、リン酸、加里などの各要素量と関係の深いことは周知の事実である。したがつてそれらと地温との関係、さらに昼間と夜間との吸収量の差異などについて、12葉期の苗を供試し 30°C, 25°C, 20°C, 15°C 各地

第5図 三要素吸収量におよぼす通気の影響

第6図 窒素吸収量と培地中三要素量との関係（2日間の吸収量を示す）

□：昼間の吸収量，■：夜間の吸収量
 30°-10倍，25°-10倍，C-10倍において4回目のないのは3回目まで吸収してしまったことによる

下部温度における培地中の各要素量とそれらの吸収量との関係をしらべた。なお培地中の窒素，リン酸，加里の量は所定の濃度のものを原液とし，それをそれぞれ5倍，10倍に希釈して使用し，それらを実験開始後12時間ごとに10~20ccをサンプリングし，その液の各要素量を定量する方法で行ない，2日間の継続実験として行なつた。実験結果は第6，7，8図に示す通りである。まず最初に窒素についてこれを見ると，第6図で明らかなように，いずれの区も濃度の濃いもの，すなわち培地窒素含量の多いものほど吸収量が增大していることが認められる。そして10倍と5倍希釈溶液との間ではその差がきわめて僅かであるのに対し，原液ではその数倍にも相当する吸収量の増大がみられ，かつ高温区ほど著しい。なおこの窒素吸収量の問題に関しては，高橋⁵⁾によると窒素の欠乏したものは旺盛に窒素を吸収するが，それと同時にリン酸および加里も多量に吸収する。また旺盛な養分吸収を行なう場合には平行的に水分の旺盛な吸収が行なわれるともいつている。

つぎに昼夜間の差異については第6図で明らかなように，いずれの区においても概して昼間の吸収よりも夜間の吸収の方が大であり，前記の試験結果とは相反する（第2，3図参照）。これは前回ならびに今回に供試した材料のageの相違によるものではないかと考えられるが，この問題に関してはさらに検討する必要性があり，しかもこの種の研究は従来きわめて少なく，また要素吸収を昼，夜の別に区分することにより吸収の機構がより一層明確にされていくものと考えられる。

つぎにリン酸吸収については，傾向としては前記窒素の場合と近似している（第7図参照），すなわち温度の高いものほど，また濃度が濃いほどリン酸の吸収が増大することが認められる。田中⁶⁾らは磷酸濃度を0~200ppmに変化せしめた場合の各要素含有率の変化状態をみているが，それによるとリン酸濃度が上昇すると，これに伴なつてリン酸含有率が急上昇していき，このリン酸含有率の上昇に伴なつて窒素および加里の含有率も急上昇を示すといっている。そしてこのことはリン酸が培養液中に多量に存在すると代謝作用が盛んになつて，リン酸の吸収が行なわれ，この代謝作用によつてさらに窒素や加里の吸収が盛んになるため，またリン酸はアニオンであるから，これが多量に吸収されるとこれに伴なつて多量のカチオンが吸収され，加里，石灰，苦土，アンモニアなどの吸収もまた促進されるためであると述べている。本研究の結果からもそれらと類似した傾向が認められているが，筆者もリン酸の吸収が盛んになることによつて，一般に他の要素吸収もまた旺盛になるものと考えている。

加里については第8図に示した。第8図で明らかな

第7図 リン酸吸収量と培地中三要素量との関係

ように、加里の吸収は窒素、リン酸の吸収とは異なり、試験開始直後の吸収は高温区ほど吸収量が増大するものではなく、5倍区が概してまさる傾向がみられる。しかしその後は濃度の高いものに吸収量の増大が認められ、前記窒素、リン酸と同様な結果が認められる。以上の事実は加里は急激な環境条件の変化により生理作用に変調をきたし、その結果一時的に吸収阻害が起されるが、漸時回復しその後は正常な吸収を行なうものと解される。なおこの現象は根の吸収力の小さい稚苗期の苗において、また急激な環境条件の変化などの場合においてさらに著しい。第3報の加里吸収の場合にみられた 15°C区の加里放出の現象も以上の考え方に立てば理解しやすい。田中ら⁶⁾はリン酸の場合と同じ方法で加里濃度を 0~200 ppm の間で変化した場合の各要素含有率の変化をみている。それによるとリン酸の場合とは全く対照的であつて、培養液中の加里濃度の上昇は加里含有率の上昇を起こさせるが、これに伴つて窒素、リン酸、石灰、苦土の含有率は低下していく。これについては加里吸収に対する根の代謝作用は原形質の増加と関係なく、窒素やリン酸の吸収に関与する代謝作用とは別のものと考えねばならないといっている。いずれにしても加里の吸収と他の要素との吸収の間には明らかに大きな違いのあることは見逃せない。

摘 要

前報にひきつづき三要素ならびに水分の吸収と地下部温度との関係を明確にする目的で実験を行なつた。実験結果を要約すればつぎのようである。

- 1) 設定された地温条件下の三要素および水分吸収

第8図 加里吸収量と培地中三要素量との関係

の昼、夜における差は三要素とも晴、雨天にかかわらずわずかであるが、水分では両者の間にきわめて著しい差が認められる。

2) 窒素、リン酸、加里それぞれの要素対水分吸収比は、15°C 区を除けば昼間のそれはほぼ等しい。しかし夜間のそれは 15°C 区および加里の 20°C 区を除けば低温区ほど大である。

3) 設立された地温条件に通気した場合における三要素吸収は、15°C 区を除き他の区では、いずれも通気区が若干まさる。

4) 設立された地温条件における三要素吸収は、培地中の三要素含量の多いものほど吸収量の増大が認められる。

引用文献

1. 相見霊三 1960. 根の機能に関する細胞生理的研究。(IV) 水稻体における茎葉部より根部への積極的な酸素供給。日作紀 29: 51—54.
2. 有門博樹 1954. 通気組織系の発達と作物の耐湿性との関係。第4報 本田期に於ける水稻の通気圧について。日作紀 23: 285—286.
3. 熊田恭一 1948. 水稻幼植物の根圏土壌に関する研究。第2報 水田土壌の酸素消費力について。

- 日土肥誌 1:119.
4. 三井信午・麻生末雄・熊沢喜久雄 1951. 作物の養分吸収に関する動的研究, 第1報 水稻根の養分吸収に対する硫化水素の影響に就て, 日土肥誌 22:46—52.
5. 高橋治助・柳沢宗男・河野通佳・矢沢文雄・吉田武彦 1955. 作物の養分吸収に関する研究, 農技研報告 B 4:1—84.
6. 田中 明 1959. 養分の吸収, 石塚喜明・田中明共著, 水稻の栄養生理, 15—16.

Studies on the Effects of Soil Temperature on Rice Plant Growth

IV. Diurnal and nocturnal differences of water and nutrient absorptions and effects of medium conditions upon nutrient absorption

Hiroji TAKESHIMA

(Faculty of Agriculture, Yamagata University)

Summary

Diurnal and nocturnal differences of water and nutrient absorptions and effects of medium conditions upon nutrients absorption were examined using a rice plant, variety called Norin no.41.

It was experimented using four large-sized thermostats to keep root temperature at 30°, 25°, 20° and 15°C respectively. Results obtained are summarized as follows:

(1) Elements absorptions during day and night time whether fine or rainy in weather, under the established root temperature conditions. But water absorption was superior in fine day to in rainy day.

(2) Ratios of N and P absorption to water absorption were nearly equal in different temperatures except in 15°C plot, but during night it was higher in lower temperature plots, except in 15°C plot.

Ratio of K-absorption to water absorption showed nearly equal tendency in daytime in contrast to N and P absorption. During night, it was very different, that is, there was little difference between 30° and 25°C, but the ratio in 20° and 15°C, fell with the fall in the temperature,

(3) Elements absorption was somewhat intensified by aeration under the established root temperature conditions except in 15°C plot.

(4) Elements absorption was promoted with increasing the amount of elements given in media under the established root temperature conditions.