

土壌各層間の肥料の分布と陸稲の成育

高山, 卓爾
九州帝國大學農學部作物學教室

丸山, 吉雄
九州帝國大學農學部作物學教室

<https://doi.org/10.15017/20856>

出版情報：九州帝國大學農學部學藝雜誌. 5 (4), pp.403-434, 1933-09. 九州帝國大學農學部
バージョン：
権利関係：

土壤各層間の肥料の分布と陸稻の成育¹⁾

高 山 卓 爾

丸 山 吉 雄

(昭和八年七月七日受理)

緒 言

茲に報告せんとする所のものは、土壤状態の如何に應じて植物の根は如何に發達し如何に作用し、之に因りて地上部の成育は如何に影響せられ如何なる收穫を擧ぐるかに就ての研究の一部である。即ち土壤の通氣及び水濕状態は之を適當に且各層一様に保ち、各層間の養分の分布状態のみを種々にして、之に陸稻を栽培し、其の成育状態、殊に收量構成の因子たる分蘗、籾花數、其の稔實歩合及び種實充實の良否等をば根の發達及び作用との關係に於て研究したものである。

實 験 方 法

亜鉛引鐵板製の圓筒の直径 25 cm., 深さ 20 及び 30 cm. のもの夫々二個、合計四個を積み重ねて深さ 1 m. の圓筒をなし、之に殆ど有機質を含まざる埴土と砂土とを適度に混合せるものを填充した。圓筒の継目の所で全體を上より 20, 20, 30 及び 30 cm. の四層に區分し、各層には二個ずつの LIVINGSTON 式の素燒製圓錐形の自動灌水器を裝置した。灌水器の貯水槽の水位を各層の上面より 45 cm. の下に置き、之により土壤の含水量をその乾燥量に對して約 15 % に保つた。各層の間及び土壤の表面にはパラフィンの薄い層を作り、之により植物の根は自由に通過しても、各層の間に水及び養分の交通なく、且土面蒸發をもなからしめ、以て植物の蒸散量及び之を補給すべく根が土壤の各層より吸収する水分量を灌水器の貯水槽の減量で測定した。肥料は硫酸アムモニア、過磷酸石灰及び硫酸カリを以て三要素の量を各々次表の如くにして施した。但全部原肥として、土壤の填充に先だち、各層の土壤によく混和して施用したものである。

1) 九州帝國大學農學部作物學教室業績 第 46 號

| 試験區 / 土壤の層 (厚さcm.) | 第一層 (20) | 第二層 (20) | 第三層 (30) | 第四層 (30) | 計 |
|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------|
| A | 3 | 0 | 0 | 0 | 3.0 |
| B | 3 | 3 | 0 | 0 | 6.0 |
| C | 3 | 3 | 4.5 | 4.5 | 15.0 |
| D | 6 | 0 | 0 | 0 | 6.0 |
| E | 5.25 | 5.25 | 0 | 0 | 10.5 |
| F | 10.5 | 0 | 0 | 0 | 10.5 |

單位：段當貫

即ち C は反當 15 貫の三要素を全層に亘りて均一に分施せるもの、D は B と同量を全部表層に、E は C の第三層迄のものと同量のものを第一及び第二の兩層に均一に分施し、而して F は E と同量を全部第一層に施したものである。尙此の外に上層より各層に 3, 3, 4.5, 0 の割合で施した一區があつたが、途中で故障が起つたので、止むを得ず除外した。

全装置を天井の高い硝子室の窓側に列べ、昭和六年六月二十九日鹿兒島縣農事試験場より得たる陸稻“霧島第一號”の種子三粒を播下し、發芽後間引きて、各圓筒一本の植物を成育せしめた。

實驗成績及び考察

地上部の成育及び收量

地上部の成育及び收量に關する調査成績の概要を第一乃至第三表に掲げる。

成育状態の概要。

昭和六年の夏は七月に降雨多く低温なりし點で平年よりは分趣を異にしてゐた。一般に稻の成育は之が爲に著しく影響せられ、普通の年の分蘗期たる七月に分蘗するもの寧ろ少くして、八月が却て分蘗期たる觀を呈した。本實驗の陸稻も第二表及び次に示すが如く七月中旬に分蘗を開始したが、七月中の分蘗は甚だ少く、八月上中旬が分蘗最盛期で、晩きは九月にも及び、更に晩く高位節より分蘗したのもあつた。而して後に詳述するが如く分蘗は主として表層の肥料によつて決定せられ、第二層以下の肥料は殆ど其の影響を分蘗の上に現はさなかつた。分蘗増加の様子は次の如くであつた(第二表参照)。

第 一 表
收 量
Table I. Yields.

| 試 験 區 (肥料の分布状態) Plat. Distribution of fertilizers among different soil layers. | 種 數 No. of ears. | 一 穗 當 籾 花 數 No. of spikelets per ear. | 一株の籾數 No. of grains. | | | 稔 實 步 合 Ratio of fertility. (%) | 藁 收 量 Wt. of straw. (gm.) | 總 收 量 Wt. of whole plant. (gm.) | 稔 實 籾 收 量 Wt. of hulled grains. (gm.) | 玄 米 收 量 Wt. of unhulled grains. (gm.) | 玄米千粒重 Wt. of 1000 unhulled grains. G/N × 1000 | | 玄 米 對 總 收 量 比 G/T (%) | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------|------|
| | | | 稔 實 粒 (N) Ripe grain | 批 計 Unripe grain. Total | 完 玄 全 米 Perfect grain. (gm.) | | | | | | G/N × 1000 (gm.) | | | |
| A (3,0,0,0) | 1 | 14 | 100.0 | 1263 | 138 | 1401 | 90.3 | 30.35 | 67.80 | 33.93 | 26.37 | 23.22 | 20.70 | 38.8 |
| | 2 | 9 | 153.2 | 1233 | 145 | 1378 | 89.5 | 27.85 | 61.75 | 31.23 | 23.74 | 22.22 | 19.26 | 38.4 |
| B (3,3,0,0) | 1 | 12 | 131.8 | 1466 | 119 | 1585 | 92.6 | 31.25 | 73.30 | 38.90 | 30.14 | 23.56 | 20.56 | 41.1 |
| | 2 | 14 | 123.9 | 1640 | | 1737 | 94.5 | 35.65 | 81.65 | 42.60 | 32.58 | 22.50 | 19.85 | 39.9 |
| C (3,3,4.5,4.5) | 1 | 13 | 136.1 | 1641 | 129 | 1770 | 92.7 | 35.75 | 84.60 | 45.58 | 36.45 | 23.70 | 22.21 | 43.1 |
| | 2 | 14 | 139.7 | 1854 | 103 | 1957 | 94.8 | 36.25 | 89.45 | 50.18 | 40.11 | 23.68 | 21.65 | 45.0 |
| D (6,0,0,0) | 1 | 12 | 150.0 | 1645 | 158 | 1803 | 91.1 | 33.75 | 78.50 | 41.35 | 32.21 | 21.98 | 19.60 | 41.0 |
| | 2 | 14 | 144.3 | 1868 | 152 | 2020 | 92.5 | 40.35 | 89.05 | 44.97 | 34.37 | 20.94 | 18.39 | 38.5 |
| E (5.25,5.25,0,0) | 1 | 14 | 130.0 | 1706 | 116 | 1822 | 93.6 | 45.80 | 92.72 | 43.17 | 33.90 | 21.28 | 19.85 | 36.5 |
| | 2 | 15 | 145.5 | 2022 | 159 | 2181 | 92.7 | 37.80 | 92.00 | 50.78 | 40.12 | 21.90 | 19.83 | 43.6 |
| F (10.5,0,0,0) | 1 | 16 | 140.5 | 2126 | 125 | 2251 | 94.5 | 42.95 | 99.60 | 52.58 | 41.17 | 21.20 | 19.38 | 41.3 |
| | 2 | 13 | 177.1 | 2171 | 134 | 2305 | 94.2 | 43.20 | 101.25 | 53.93 | 42.17 | 21.56 | 18.27 | 41.6 |

高山卓爾・丸山吉雄：土壌各層間の肥料の分布と陸稻の成育

第二表 分 蘗

Table II. Tilling.

| 試驗區 Plat. | 分 蘗 次 Order of tiller. | 主 程 Main stem. | 分 蘗 Tiller. | | | | 小 計 Total | 高節 分 位 蘗 T. from higher node. | 無 效 Tiller without ear. | 穗 數 No. of Ears. |
|--------------|---------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|
| | | | 第 一 期 1st. Period. (18/VII—28/VII) | 第 二 期 2nd. Period. (31/VII—8/VIII) | 第 三 期 3rd. Period. (10/VIII—15/VIII) | 第 四 期 4th. Period. (20/VIII—) | | | | |
| A (3,0,0,0) | 0 | 1 | — | — | — | — | — | — | 1 | |
| | 1st. | — | 4, | 3, 5, 6, | 7, 8, | — | 6 | — | 6 | |
| | 2nd. | — | — | 43, 44, | 53, 34, 54, | 35, 63, | 7 | — | 7 | |
| | 3rd. | — | — | — | — | — | 0 | — | 0 | |
| | Total | 1 | 1 | 5 | 5 | 2 | 13 | 0 | 0 | 14 |
| 2 | 0 | 1 | — | — | — | — | — | — | 1 | |
| | 1st. | — | 4, 3, | 6, | 5, | — | 4 | — | 4 | |
| | 2nd. | — | — | 43, 34, 44, | 45, | 33, | 5 | 1 | 4 | |
| | 3rd. | — | — | — | — | — | 0 | — | 0 | |
| | Total | 1 | 2 | 4 | 2 | 1 | 9 | 0 | 1 | 9 |
| B (3,3,0,0) | 0 | 1 | — | — | — | — | — | — | 1 | |
| | 1st. | — | 4, 3, | 5, 6, | 7, | — | 5 | — | 5 | |
| | 2nd. | — | — | 43, 44, | 33, 45, 54, | 34, | 6 | — | 6 | |
| | 3rd. | — | — | — | — | — | 0 | — | 0 | |
| | Total | 1 | 2 | 4 | 4 | 1 | 11 | 0 | 0 | 12 |

| | | | | | | | | | | |
|---|-------|---|----|----------|-----------|---|----|---|---|----|
| 2 | 0 | 1 | — | — | — | — | — | — | — | 1 |
| | 1st. | — | 4, | 5, 6, 3, | 8, 7, | — | 6 | — | — | 5 |
| | 2nd. | — | — | 43, 44, | 45, 33, | ? | 5 | 1 | 1 | 6 |
| | 3rd. | — | — | — | 443, 433, | — | 2 | — | — | 2 |
| | Total | 1 | 1 | 5 | 6 | 1 | 13 | 1 | 1 | 14 |

| | | | | | | | | | | |
|---|-------|---|----|----------|-----|-------------|----|---|---|----|
| 1 | 0 | 1 | — | — | — | — | — | — | — | 1 |
| | 1st. | — | 4, | 6, 5, 3, | 7, | — | 5 | 1 | — | 6 |
| | 2nd. | — | — | 43, | 44, | 63, 45, 64, | 5 | — | — | 5 |
| | 3rd. | — | — | — | — | 433, | 1 | — | — | 1 |
| | Total | 1 | 1 | 4 | 2 | 4 | 11 | 1 | 0 | 13 |

C(3,3,4,5,4,5)

| | | | | | | | | | | |
|---|-------|---|----|----------|-----------------|-----|----|---|---|----|
| 2 | 0 | 1 | — | — | — | — | — | — | — | 1 |
| | 1st. | — | 4, | 3, 5, 6, | 7, | — | 5 | 1 | — | 6 |
| | 2nd. | — | — | 43, 44, | 33, 34, 45, 53, | 54, | 7 | — | — | 7 |
| | 3rd. | — | — | — | — | — | 0 | — | — | 0 |
| | Total | 1 | 1 | 5 | 5 | 1 | 12 | 1 | 0 | 14 |

| | | | | | | | | | | |
|---|-------|---|-------|-------------|-----|--------|----|---|---|----|
| 1 | 0 | 1 | — | — | — | — | — | — | — | 1 |
| | 1st. | — | 3, 4, | 5, 6, | 7, | — | 5 | — | — | 5 |
| | 2nd. | — | — | 43, 34, 44, | 53, | 63, 7, | 6 | — | — | 6 |
| | 3rd. | — | — | — | — | — | 0 | — | — | 0 |
| | Total | 1 | 2 | 5 | 2 | 2 | 11 | 0 | 0 | 12 |

D(6,0,0,0)

| | | | | | | | | | | |
|---|-------|---|-------|---------------------|-----------|---|----|---|---|----|
| 2 | 0 | 1 | — | — | — | — | — | — | — | 1 |
| | 1st. | — | 3, 4, | 5, 6, | 7, | — | 5 | — | — | 5 |
| | 2nd. | — | — | 33, 43, 34, 44, 35, | 52, | — | 6 | — | — | 6 |
| | 3rd. | — | — | — | 453, 343, | — | 2 | — | — | 2 |
| | Total | 1 | 2 | 7 | 4 | 0 | 13 | 0 | 0 | 14 |

| | | | | | | | | | | |
|---|-------|---|-------|-----------------|-----|-------|----|---|---|----|
| 1 | 0 | 1 | — | — | — | — | — | — | — | 1 |
| | 1st. | — | 3, 4, | 6, 5, | 7, | 8, | 6 | — | — | 6 |
| | 2nd. | — | — | 33,43,34,44,35, | 45, | ?, ?, | 8 | — | 1 | 7 |
| | 3rd. | — | — | — | — | ?, | 1 | — | 1 | 0 |
| | Total | 1 | 2 | 7 | 2 | 4 | 16 | 0 | 2 | 14 |

E (5.25, 5.25, 0.0)

| | | | | | | | | | | |
|---|-------|---|-------|---------|--------------|------|----|---|---|----|
| 2 | 0 | 1 | — | — | — | — | — | — | — | 1 |
| | 1st. | — | 3, 4, | 5, 6, | — | — | 4 | — | — | 4 |
| | 2nd. | — | — | 43, 44, | 33,34,35,45, | 53, | 7 | 2 | — | 9 |
| | 3rd. | — | — | — | — | 443, | 1 | — | — | 1 |
| | Total | 1 | 2 | 4 | 4 | 2 | 12 | 2 | 0 | 15 |

| | | | | | | | | | | |
|---|-------|---|-------|--------------|---------|-----------|----|---|---|----|
| 1 | 0 | 1 | — | — | — | — | — | — | — | 1 |
| | 1st. | — | 3, 4, | 5, 2, 6, | — | 7, | 6 | — | — | 6 |
| | 2nd. | — | — | 43,33,44,34, | 45, 63, | 53, | 7 | — | — | 7 |
| | 3rd. | — | — | — | — | 433, 443, | 2 | — | — | 2 |
| | Total | 1 | 2 | 7 | 2 | 4 | 15 | 0 | 0 | 16 |

F (10.5, 0.0, 0)

| | | | | | | | | | | |
|---|-------|---|-------|--------------|---------|---|----|---|---|----|
| 2 | 0 | 1 | — | — | — | — | — | — | — | 1 |
| | 1st. | — | 3, 4, | 5, 6, 7, | 8, | — | 6 | — | — | 6 |
| | 2nd. | — | — | 43,33,44,34, | 45, 54, | — | 6 | — | — | 6 |
| | 3rd. | — | — | — | — | — | 0 | — | — | 0 |
| | Total | 1 | 2 | 7 | 3 | — | 12 | 0 | 0 | 13 |

第一期 自七月十八日
至同二十八日

表層に肥料の多施された D, E 及び F の三區に於ては主稈の第三及び第四の兩節より分蘗してゐるのに對し, 肥料の少き A, B 及び C の三區に於ては概ね第四節のみより分蘗し, 時に第三節に蘗子を生ぜるものもあるも, それは第四節のものより晩れて發生した。

第二期 自七月三十一日
至八月八日

前期との間に明なる休止期を挟んで此の期に入る。表層に肥料多き區に於ては主稈の第五及び第六の兩節, 時に第七節よりも第一次の蘗子を生ずる共に, 前期に形成された二本の第一次蘗子より夫々二本の第二次蘗子を出し, 合計六, 七本の蘗子を形成した。之に對して表層に肥料少き區に於ては第一次の蘗子が第三, 第五及び第六の三節より出てゐるが, 第二次のものは前期に形成された第四節の蘗子より二本發生してゐるのみで, 従て其の合計も四本を普通としてゐる。

第三期 自八月十日
至同十五日

第二期との間に僅かな休止期がある様でもあるが, 第二期を通じて分蘗最盛期を見る方が寧ろ適當であるかも知れない。表層に肥料多き區に於ては概ね一本の第一次分蘗をなすと共に, 一, 二本の第二次, 稀に第三次のものをも加へて, 合計二本乃至四本の蘗子を増加したのに對し, 第二期に少く分蘗した表層に肥料少き區に於ては一, 二本の第一次に三, 四本の第二及び第三次のものをも加へて前者に比し寧ろ多く四, 五本の蘗子を發生してゐる。

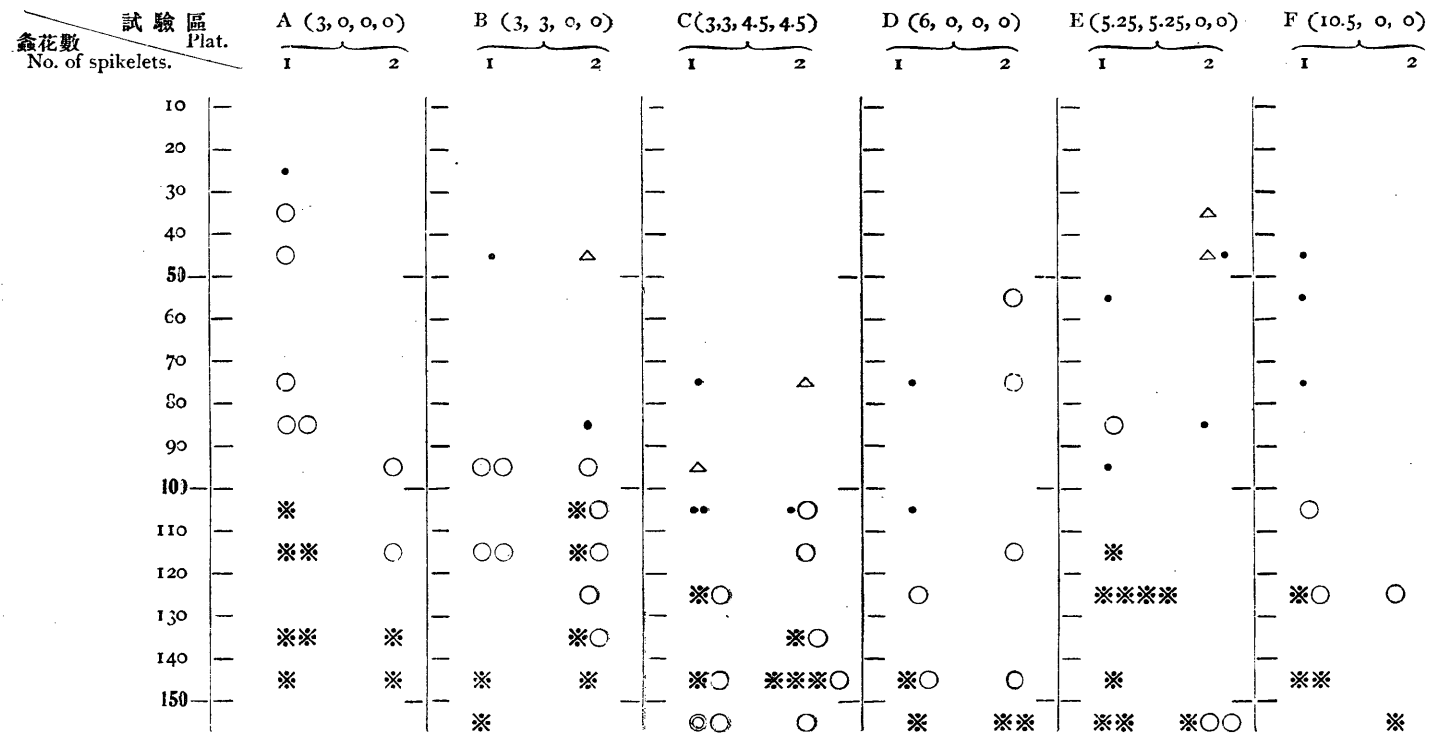
第四期 八月二十日以降

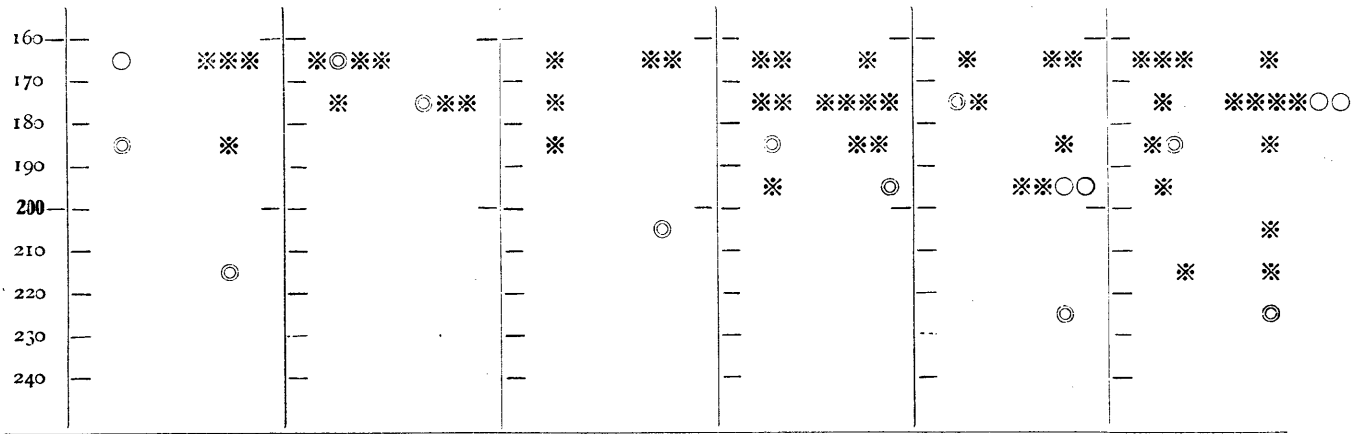
全然蘗子を生ぜざりし區もあるが, 概ね一本乃至四本の分蘗をしてゐる。第一次のものは殆どなく, 多くは第二次と第三次とである。其の多くは八月中に發生してゐるが, 晩く九月に入て分蘗したのものもあり, 更に高位節より發生したのものもある。而して其の或るものは無効に終てゐる。

之を要するに各區とも主稈の第三乃至第七節より發生する約五本の第一次蘗子と, 第三及び第四節よりの第一次蘗子, 稀に第五又は第六節よりのものに發生せる六, 七本の第二次, 時に一, 二本の第三次と高位節蘗子とを加へて, 最後には十二本乃至十四本の穂を形成した。斯く穂數には各區の間に殆ど差を認め難きも, 分蘗の順序及び早晩に多少の相違があり, 表層に肥料多ければ早く下位の節より分蘗したのに對し, 少き場合には分蘗の晩れる傾向があつた。

第三表 一穗の鑫花數の變異

Table III. Variation of the Number of Spikelets of an Ear.





| | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 穂数(No. of Ears.) | 14 | 9 | 12 | 14 | 13 | 14 | 12 | 14 | 14 | 15 | 16 | 13 |
| 穂の總數 Total no. of spikelets. | 1401 | 1378 | 1585 | 1737 | 1770 | 1959 | 1803 | 2020 | 1822 | 2181 | 2251 | 2305 |
| 平均 Av. | 100.0 | 153.2 | 131.8 | 123.9 | 136.1 | 139.7 | 150.0 | 144.3 | 130.0 | 145.5 | 140.5 | 177.1 |
| | 90.3 | 89.5 | 92.6 | 94.5 | 92.7 | 94.8 | 91.1 | 92.5 | 93.6 | 92.7 | 94.5 | 94.2 |

- ◎ 主 稈 (Main stem)
- ※ 八月八日前に分蘖せるもの (Tiller developed before 8. Aug.)
- 八月十五日前に分蘖せるもの (" " " 15. Aug.)
- 八月二十日以降に分蘖せるもの (" " " after 20. Aug.)
- △ 高位節分蘖 (Tiller developed from a higher node.)

N. B.

新しくして八月二十日頃迄を分蘗期、爾後九月十日頃迄を伸長期と見るべく、出穂は九月十一日頃より開始され、十八、九日頃迄に其の大部分を了り、下旬に入て出穂したものは穂莖だ小に、又高位節よりの蘗子は概ね十月に入て出穂してゐる。而して上記の第二期迄に形成された程は概ね九月十五、六日迄に出穂して正常の大きさの穂を有せしに對し、爾後分蘗したものは出穂も晚れ、穂も亦小なるを一般とした。

以上分蘗に就ては稍詳しく述べたが、それは斯る分蘗状態こそ後に記す如く穂の大きさ、根の發育、並に之が各層より吸水する有様にも大なる影響を與へたからである。然るに分蘗は主として表層の施肥量により決定されるさはいへ、それは大體のこまで、同一試験區に於ても相當著しき個體の變異があり、之は總て種々の點に其の影響を現はすが故に、試験區間の比較をする場合此點は十分考慮してかゝらねばならぬ。

試験區間の比較。

既述の如き施肥状態の差異が稻の收量構成の要素たる穂數、一穂の籾花數、其の稔實歩合並に種實充實の良否の上に如何に影響するかに就て考察を進める。

穂數の基礎たる分蘗に就ては既に述べたるが故に、茲に再び繰返さない。然るに分蘗が主として表層の施肥量により左右せられ、第二層以下の肥料が殆ど無影響であるこは、著者の實驗した胡瓜や茄子の場合に於て早くより深層の肥料の影響の現はれるのこ著しき對照をなすものであるが(1)、之は根群の發達状態の上から説明し得るものゝ如くである。即ち茄子や胡瓜にありては直根が先づ早く深層に伸入し、之より發生する支根によつて根群の形成せらるゝに對し、稻にありては直根に相當する種子根の發達良好ならず、根群は主として節根の速なる増加により發達し、而も其等は先づ表層に發達するからである。實際第六表に於て見る如く分蘗の大部分を了る八月二十日頃迄に於ては植物の全吸水量の70%以上が表層から吸收されてゐる。

新しく地表下20 cm. 以下の層の肥料が分蘗に無影響だこ云ても、それは單に蘗子の發生に關するだけのこで、其の後の稈の成長の之によつて影響されるこは著しく、從て蘗の收量は之によつて著しく増加されてゐる。

一穂の籾花數は分蘗の多少により影響せられ、同じ施肥状態の下にありては分蘗の多きに從て少きが一般である。而して其の影響する有様を見るに、晚き分蘗は早く分蘗せるものゝ穂を小ならしむるこ共に、自己の穂も亦小になるが爲に、一穂の籾花數の變異は之により増大し、其の平均値は小になる。而も斯る影響は植物の榮養状態の宜しからぬ時特に著しき傾向があ

る。斯くして一穂及び一株の蠡花数は、施肥量の多きに従ひ、同じ施肥量なれば其の全量が表層に施用された時、又深層にも肥料あるに従て多く、而もその増加率は藁の収量のそれよりも寧ろ著しきを一般としてゐる。尤も一株の蠡花数と藁の収量との關係は分蘗の如何により影響せられ、晩き分蘗の多き時、藁の割合に蠡花数は多くなく、従て上記の條件による兩者の増加率の關係は必ずしも上記の通でないこともあるが、少くも分蘗の模様の相似たもの、間では上記の條件による増加率は蠡花数に於ける方が藁の収量に於けるより著しくなつてゐる。

そは兎も角一穂或は一株の蠡花数は穂の形成される當時の植物の榮養状態の良否を示す一標識と認め得べく、従て上記の諸條件は何れも穂の形成當時の榮養状態を可良ならしめるものとして考へてよいであらう。即ち分蘗其のものには殆ど無影響なりし第二層以下の肥料も、穂の形成期に至れば、著しく植物の榮養状態を良好ならしめるし、而も同量の肥料が第一層と第二層とに分施されたのでは全量が第一層に施された場合に比し其の當時は未だ猶其の榮養状態は劣てゐることを認むべきであらう。而して穂の形成が主として伸長期に行はれ、而も此の時期の第二層から吸水量が總吸水量の 30 % 以上に及んでゐることをすれば、之も當然のことであらう。

稔實歩合も亦試験區の間で相當著しき差を示してゐる。即ち、深層にも肥料あるに従ひ、又表層にのみ施肥した場合には其の施用量の多きに従て、稔實歩合高く、而も同量の肥料を表層のみに施すものと第二層との間に分施するものと比較すると、施用量の少い B と D との間に於ては分施した B の方が高く、施用量の多い E と F との間に於ては之と反對に全量を表層に施した F の方が高くなつてゐる。斯くして稔實歩合の出穂期頃の榮養状態によつて決定されることは略々想像し得べく、而して上記の如く B と D 及び E と F との夫々の比較に於て正反對の結果を示したのは、蓋し前者の場合には、施肥量の少なりし爲、D は其の形成した蠡花数に對して出穂期頃には寧ろ榮養の良好になつて來てゐる B に比し其の榮養の衰へたのに對し、後者の場合には、施肥量多かりし爲、F の榮養状態の未だ E に勝れてゐるからではあるまいか。而して著者は水稻に於て出穂期数日前の追肥が稔實歩合に影響なくして著しく稔實歩合を高めたこと (3)、及び同じ施肥量の場合表土の深きに従て稔實歩合高きも、而も同じ深さの表土に於ては施肥量多き時却て稔實歩合の低き傾ありしことを實驗してゐる (2)。此等の事實から考察すると、稔實歩合と榮養状態との關係は蠡花数の多少を考慮に入れて云々すべきものではあるまいかと思はれる。

種實の充實の良否は之を玄米の千粒重を以て表はすことにした。此の玄米の千粒重を出すのに完全粒のみを以てするの、玄米の總重を稔實歩合にて除したる商を以てするの二方法

を試みたが、其の結果は兩者略平行して、何れを用ふるも可なるこゝが認められた。而して表層に肥料の少なかつた A, B, C の三區と表層に肥料を多施した D, E, F の三區とは、夫々互に相似た玄米の千粒重を示したが、而も前の三者は後の三者に比し著しく重くなつてゐる。併し夫々の三區の間にも全然差のない譯ではなく、A, B, C の間では A が最も軽く、B, C と順次に重くなる傾があり、D, E, F の間では E が最も重く、D と F とは大差なきものゝ如くである。即ち表層に於ける施肥量の多少は充實の良否を決定する第一次的の要因であり、深層に於ける肥料の有無は第二次的の要因たるの觀がある。之を既に報告した表土の深淺と施肥量とが水稻の成育に及ぼす影響に關する實驗の成績と對照して見るに、此の場合には同じ施肥量の下に於ては表土の深さに從て玄米の千粒重は大に、又同じ深さの表土に於ては表土深ければ施肥量の影響は殆どないが、表土の淺さに從て其の影響が現はれ、施肥量の多きに從て玄米の千粒重量は重くなつてゐる (2)。又出穂期に近く追肥すれば玄米の千粒重の重なるこゝも著者は實驗してゐる。此等の成績は大體に於て一致し、成熟期に於ける榮養状態の可良は種實の充實を良好ならしめる原因たるこゝを示す如くであるが、茲に一つ見通し難き不一致の點が見出される。即ち表土の深淺に關する試驗に於て表土の淺き時多肥が種實の充實を可良ならしめてゐるのに對し、本實驗に於て表層の多肥が種實の充實を妨げてゐるこゝは正に反對の結果である。之だけの資料では之に對して斷定的な説明は與へ得ないが、次は少くも可能性ある一の説明であらう。即ち、種實の充實の良否は成熟期に於ける植物の榮養状態によつて決定されるものであるが、表土の深淺に關する實驗に於ては本實驗に於ける如く土壤内に於ける肥料の移動を妨ぐる隔壁を缺きしが故に、施肥量多き場合には多少肥料分の深土層への移動があり、之が成熟期の榮養状態を可良ならしめたのに對し、本實驗の場合には表層の肥料の深層への移動は全然阻止された爲、施肥量多く初期の成育の可良にして蠡花數の多かりしだけ、成熟期の榮養の衰へた爲ではなかつたであらうか。實際施肥量の増加による蠡花數の増加率の如き本實驗に於ける方が遙に著しいものであつた。

成熟期に於て榮養状態の良好なるこゝが種實の充實を可良ならしめるこゝすれば、之は榮養状態の良好なるこゝによつて植物の長く綠色を保ち同化作用を續けるこゝが主なる原因であらう。而して之は蒸散量の多少を以て略々其の指標となし得るであらう。斯る意味に於て最も大なる葉面積を持つ出穂期に於ける一日平均の蒸散量の百分率として成熟前期及び後期の夫等を表はし、此等を玄米の千粒重に對比せしめたのが次の第四表である。

第 四 表 成 熟 期 蒸 散 量 と 千 粒 重

Table IV. Relative Transpiration in riping Period and Weight of 1000 Grains.

| 試 験 區 (肥料の分布状態) Plat. Distribution of fertilizers (among different soil layers.) | 玄 米 千 粒 重 Wt. of 1000 unhulled grains. | | 成熟前期一日 平均蒸散量 Average daily transpiration during 20/IX-14/X | 出穂期 一日平均蒸散量 Average daily transpiration during 10/IX-19/IX (%) | 成熟後期一日 平均蒸散量 Average daily transpiration during 15/X-8/XI | 出穂期 一日平均蒸散量 Average daily transpiration during 10/IX-19/IX (%) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| | 完全玄米 Perfect grain (gm.) | 玄米収量×1000 Wt. of unhulled grains. 稔實粒 Ripe grains. (gm.) | | | | |
| A (3,0,0,0) | 1 | 23.22 | 20.70 | 54.9 | | 25.6 |
| | 2 | 22.22 | 19.26 | 55.9 | | 28.4 |
| B (3,3,0,0) | 1 | 23.56 | 20.56 | 60.2 | | 31.1 |
| | 2 | 22.50 | 19.85 | 62.5 | | 29.3 |
| C (3,3,4.5,4.5) | 1 | 23.70 | 22.21 | 70.5 | | 40.9 [△] |
| | 2 | 23.63 | 21.65 | 66.2 | | 28.4 |
| D (6,0,0,0) | 1 | 21.93 | 19.60 | 57.4 | | 20.7 |
| | 2 | 20.94 | 18.39 | 58.0 | | 23.6 |
| E (5.2 5, 5.2 5,0,0) | 1 | 21.28 | 19.85 | 62.7 | | 24.2 |
| | 2 | 21.50 | 19.83 | 62.8 | | 30.3 [△] |
| F (10.5, 0,0,0) | 1 | 21.20 | 19.38 | 62.2 | | 28.1 [△] |
| | 2 | 21.56 | 18.27 | 61.1 | | 23.1 |

之による前期の蒸散量の割合は A, B, C の三區の間では此の順序にかなり著しく大きなつて深層に肥料あるに従ひ此の期の同化作用の盛なりしこを示してゐるし、又 D, E, F の三區では第二層にも肥料のある E が最も大に、表層に肥料の最も多い F が之に次ぎ、D は最も小になつてゐる。併し全體として見れば D, E, F の一組は A, B, C の組に比して概して大なる數字を示してゐる。斯くして A, B, C の一組及び D, E, F の他の一組を夫々別にして考へれば、玄米の千粒重と此の期の蒸散量との間に關係があるやうであるが全體を一緒にして考へれば、兩者の間に關係あるこは認め難い。然るに後期のものに就て見るこ、此の期の蒸散量と玄米千粒重とは略々平行してゐる様である。換言すれば少くも此の場合には成熟後期の同化機能の強弱が玄米の千粒重を左右する決定因子である如く見える。斯くして表層に肥料を多施するこ、初期の成育は可良にして多數の籾花を形成し、其の稔實歩合も寧ろ可良に、成熟期に入ても其の初期に於ては未だ成育旺盛にして多量に蒸散するが、其の後期に入りて成育は衰へて蒸散量は激減し、之が爲に種實の充實は餘り良好ではあり難いこ考へてよいであらう。而して斯く表層に施された多量の肥料が比較的長く其の影響を示すのはやはり禾穀類植物の根群の發達が主として節根の増加により、而もそれが成熟期迄繼續されるからではあるまいか。

かくして最後の總收量及び玄米收量は何れも施肥量の多きに従ひ、同じ施肥量なれば其の全量が表層に施された時、又深層にも肥料あるに従て多くなつてゐるが、總收量に對する玄米收量の割合は深層に肥料あるにより高められ、施肥の層を同じくすれば施肥量の多きに従て寧ろ高くなつてゐる。斯く深層の肥料が後の榮養状態を可良ならしめて對總收量の玄米の割合を高めるのは當然として、多肥が之を高めるのは寧ろ一般に信ぜらるゝ所と反對の様でもあるが、之は主として穗の形成及び稔實歩合の上に好影響を與へるが爲で、種實の充實は寧ろ悪くなるこ上述の如くだすれば、之亦當然だともいへやう。又同じ施肥量なれば表層にのみ施用した方が多收を與へるこいふこは、表土の深淺に關する實驗に於て表土の深きに從て多收なりしこも相反する様でもあるが、收量構成の因子たる分蘗數、籾花數、稔實歩合、種實の充實等個々のものに及ぼす影響を検すれば、兩者相反する所なく、玄米の收量が此等の總和的結果だすれば、兩實驗に於て土壤の各層の厚さ、施肥量、其他を異にする以上、個々の因子に及ぼす影響の大小の關係により、最後の收量に於て相反するこの起るのも己むを得ぬこであらう。

根群の發達状態

地上部を收穫せる後圓筒を開き、丁寧に土壤を洗ひ去て、土壤の各層に發達せる根の量を測定した。第五表に掲ぐるものは其の結果である。但細微の土粒を完全に除去するこの困難なりしが故に、乾燥量を測定せる後、燒却し、其の消失量を以て根の量とした。

第五表

土壤の各層に發達せる根の量 單位 (Unit): gm.

Table V. Amount of Roots in Different Soil Layers.

| 試験區 Plat. | 土壤の層 Soil layer. | 土壤の層 | | | | 計 Total (100) |
|----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| | | I cm. 0—20 (20) | II 20—40 (20) | III 40—70 (30) | IV 70—100 (30) | |
| A (3,0,0,0) | 1 | 2.979 | 0.875 | 0.877 | 0.460 | 5.191 |
| | 2 | 2.776 | 1.269 | 1.044 | 0.594 | 5.683 |
| B (3,3,0,0) | 1 | 3.014 | 1.761 | 1.007 | 0.493 | 6.281 |
| | 2 | 3.356 | 1.835 | 0.988 | 0.672 | 6.852 |
| C (3,3,4.5,4.5) | 1 | 2.399 | 1.847 | 1.563 | 0.960 | 6.769 |
| | 2 | 2.325 | 1.400 | 1.402 | 1.104 | 6.232 |
| D (6,0,0,0) | 1 | 3.811 | 1.014 | 1.065 | 0.613 | 6.505 |
| | 2 | 3.700 | 1.126 | 1.262 | 0.768 | 6.856 |
| E (5.2 5, 5.2 5,0,0) | 1 | 3.084 | 2.070 | 0.822 | 0.535 | 6.511 |
| | 2 | 2.709 | 2.150 | 1.034 | 0.609 | 6.553 |
| F (10.5, 0,0,0) | 1 | 3.357 | 1.089 | 1.153 | 0.682 | 6.280 |
| | 2 | 3.687 | 1.153 | 1.037 | 0.691 | 6.566 |

此の表で見る如く、根の量は上層より下層に向て漸次減少するが、其の中でも A, D, F の如く表層にのみ施肥したものは其の層に於ける根の量特に多くして、第二層より激減し、B

及び E の如く第二層迄に施肥したものはやはり第二層迄多くして、以下の層には少く、更に C の如く總ての層に施肥した區に於ては最下の層に迄割合に多く根の發達してゐるこゝが認められる。斯くして根が施肥された層に特に良く發達するこゝは明なる事實で、著者は胡瓜や茄子を用ゐて實驗した場合にも同様の結果を得たこゝは既に報告してゐる(1)。併し同位の層に就て見る時、其の層の根の量は必ずしも施肥量と平行せぬものであるこゝを見通してはならぬ。例へば A, B, C の三區に就て見るに、第一層は同じく三單位量の施用量であり乍ら、其の根の量は B が最も多く、A 之に次ぎ、C は最も少い。A の第一層の根の少いのは植物の成育も根の全量も共に最も劣てゐたこゝまで、當然だこゝも考へられるが、然らば成育の寧ろ勝れてゐた C の第一層の根の特に少いのは何に因るものであらうか。かゝる施肥量と根の量との不一致は B と E との間にも、又 F と D との間に於ても亦認められる。即ち E は B に比し第一及び第二層共に遙に多く施肥され乍ら、第二層の根は多いが、第一層に於ては寧ろ少く、又共に表層にのみ施肥されてゐる乍ら、其の量の遙に多い F の第一層の根は D の夫に比し遙に少い。之に對する可能性ある一の説明は、或る層に何等かの原因により根がよく發達するこゝ、其の影響により他の層に於ける根の發達が劣るこゝいふこゝである。例へば C は下層に迄施肥されて根の發達可良なりし爲、第一層では却て B や A に劣たのであるし、E の第一層の根の B や D に劣たのは第二層にも施肥されて其處の根の發達の可良なりしこゝの影響と見るものである。併し D に比し遙に多量に施肥された F の第一層の根の D の夫に劣てゐるこゝは之では説明しかねる。

同じ試験區の個體間には根の發達状態に多少の變異があるが、そのあるものは分蘖及び其の後の成長の上より説明し得る如くである。例へば A に於て其一の根は其二の根に比し第一層に於て多く第二層以下に於て少くなつてゐるが、其の地上部の成育状態を比較するこゝ、其一は其二に比し永く分蘖を續け、一穗の蠡花數の變異は大に、其の平均値は甚だしく小になつてゐる。蓋し地上部の成育に於て分蘖の増加は既生の稈の成長を抑制する傾があるが如く、根に於ても節根の著しき増加は既生根の成長を阻止し、而も分蘖の増加は節根の増加を伴ふが故に、かゝる結果を示したのではあるまいか。之と同様の事實は程度の差こそあれ、其の他の試験區に於ても認められる。

即ち E に於て其一は其二に比し第一層の根は多く第二層の根は少いが、其の地上部の成育はやはり A の場合と同様に其一は多く分蘖して無効まで出し、而も穗は小さくなつてゐる。B 及び C の場合は之ほぎではないが、略々同様に説明し得るやうである。而して後述す

るが如く、肥料の分布状態を異にする場合、各層の根の量と其の吸水量とは平行しないが、同一試験區に於ては此の兩者は略々平行するものの如くである。蓋し土壤状態が同一なれば、其の吸水が根の發達と平行するのは寧ろ當然である。此のこゝに就ては後に詳述するであらう。

土壤の各層よりの吸水量

土壤の各層よりの吸水量は七月十二日以降十一月八日に至る百二十日の間五日毎に測定したが、茲には便宜上此の百二十日間を植物の成育状態に應じて成育初期、分蘗期、伸長期、成熟前期及び同後期の五期に分ち、各期の吸水状態を第六表に示した。

此の表を見て直に注意される點は、D 及び F の如く同一試験區の兩個體の吸水状態、即ち各期に於ける各層からの吸水量の其の總吸水量に對する比率の互に克く似たものもあるが、其の他の區に於ては兩個體著しく其の吸水状態を異にしてゐるこゝである。併し此の差異は地上部の成育状態の差異より略々説明し得るやうである。仍て試験區相互間の比較は後述にして、此の點から考察を進めるであらう。之には第二表に示した分蘗の様態と第三表の一穗の籾花數の變異表とを對照して、考察するのを便とする。

先づ A の兩個體を比較する。分蘗期の吸水状態を見るに、第一層からの吸水量は分蘗の多い A₁ の方が多く、第二及び第三層では之と反對に分蘗の少ない A₂ の方が多く吸水してゐる。斯る事實は其の後も引續き認められるが、其の差は漸次減少の傾向を示し、九月下旬以後になるに、第二層の吸水は却て A₁ の方が多くなつてゐる。分蘗の増加が節根の増加に伴ひ、斯る節根は先づ表層に發達し、後漸次深層へも伸長して行くものとすれば、分蘗の多い個體が分蘗期に於て表層から多量の吸水をするのは當然である。然るに節根の數の増加は分蘗期に止まらず、伸長期より成熟期迄も繼續されるものとすれば(4) 斯る節根の數は分蘗數には比例せぬであらうから、分蘗期を過ぎるに従ひ、分蘗の多少に原因する第一層からの吸水量の差は寧ろ減少するのではあるまいか。分蘗の増加が既生莖の成長に影響するが如く、節根の増加が既生根の深層への發達を阻止する傾向あるべきも想像されぬこゝではない。分蘗の少ない A₂ が分蘗期に於て第二層以下から割合に多量に吸水するこゝは斯くして説明されやう。而して分蘗多き個體に數多く發生した節根が植物の成長に伴ひ漸次深層へも伸長して行けば、其の深層からの吸水量も割合に増加するであらう。以上の事實は收穫後調査した各層内に發達せる根の量の上にも認められるこゝは既述した所である。

第六表 土壤の各層よりの吸水量

Table VI. Amount of Water Absorbed

| 期間 Period | 土壤の層 Soil layer | A (3, 0, 0, 0) | | B (3, 3, 0, 0) | | C (3, 3, 4.5, 4.5) | |
|-------------------------------------|--------------------|----------------|-------------|------------------------|----------------------|--------------------|------------------------|
| | | (1) | (2) | (1) | (2) | (1) | (2) |
| 初期 12/VII-31/VII (20日 days) | I | 495(72.1) | 488(77.0) | 553(78.1) | 576(81.8) | 416 | 595 |
| | II | 160(23.3) | 104(16.4) | 56(7.9) | 0(0.0) | 420 | 406 |
| | III | 31(4.6) | 42(6.6) | 81(11.4) | 129(18.2) | △ | 109 |
| | III | 0(0.0) | 0(0.0) | 18(2.6) | 0(0.0) | △ | △ |
| | S | 686 | 634 | 708 | 705 | 836 | 1110 |
| 分蘗期 1/VIII-20/VIII (20日 days) | I | 4548(79.5) | 3442(64.5) | 3940(72.0) | 4793(80.8) | 3432(63.3) | 4422(67.9) |
| | II | 822(14.4) | 1354(25.4) | 1023(18.7) | 544(9.2) | 1594(29.3) | 1960(30.2) |
| | III | 157(2.8) | 370(6.9) | 330(6.0) | 588(9.9) | 408(7.4) | 125(1.9) |
| | III | 184(3.3) | 174(3.2) | 176(3.2) | 4 [△] (0.1) | △ | △ |
| | S | 5711 | 5340 | 5469 | 5925 | 5434 | 6507 |
| 伸長期 21/VIII-9/IX (20日 days) | I | 7833(65.6) | 6614(55.0) | 8169(62.8) | 8667(64.4) | 6347(57.2) | 7520(60.2) |
| | II | 3107(25.8) | 4004(33.0) | 4029(31.0) | 3280(24.4) | 3380(30.5) | 4194(33.6) |
| | III | 676(5.6) | 1039(8.6) | 621(4.8) | 1505(11.2) | 1352(12.3) | 769(6.2) |
| | III | 340(2.8) | 355(6.7) | 193(1.4) | △ — | △ — | △ — |
| | S | 12008 | 12012 | 13012 | 13452 | 11079 | 12482 |
| 出穂期 10/IX-19/IX (10日 days) | I | 3083(57.8) | 2532(50.3) | 2995(51.3) | 3512(55.5) | 2940(47.5) | 3126(49.3) |
| | II | 1557(29.1) | 1707(33.7) | 2216(38.0) | 1795(28.3) | 1770(28.5) | 2179(34.3) |
| | III | 466(8.7) | 536(10.6) | 600(10.3) | 1033(16.2) | 1498(24.0) | 719(11.3) |
| | III | 233(4.4) | 269(5.3) | 19 [△] (0.4) | △ — | △ — | 325(5.1) |
| | S | 5339 | 5044 | 5830 | 6340 | 6208 | 6347 |
| 成熟前期 20/IX-14/X (25日 days) | I | 4090(55.8) | 3782(53.5) | 3766(43.9) | 5253(53.0) | 4143(38.1) | 4376(41.6) |
| | II | 2002(27.6) | 1976(27.9) | 3625(42.3) | 2669(27.0) | 3525(32.2) | 3909(37.2) |
| | III | 796(10.9) | 890(12.6) | 1192(13.8) | 1988(20.0) | 3251(29.7) | 1601(15.2) |
| | III | 438(6.0) | 421(6.0) | 0(0.0) | △ — | △ — | 626(6.0) |
| | S | 7326 | 7060 | 8580 | 9910 | 10949 | 10512 |
| 成熟後期 15/X-8/XI (25日 days) | I | 1647(46.3) | 1713(48.0) | 1008(22.2) | 2170(46.9) | 1595(25.1) | 1614(35.8) |
| | II | 810(22.8) | 671(18.8) | 2214(48.8) | 909(19.6) | 2177(34.2) | 1898(42.0) |
| | III | 986(28.5) | 1117(31.8) | 1310(29.0) | 1552(33.5) | 2579(40.7) | 972(21.6) |
| | III | 110(3.1) | 71(1.9) | 0(0.0) | △ — | △ — | 27 [△] (0.6) |
| | S | 3553 | 3572 | 4532 | 4631 | 6351 | 4511 |
| 合計 Total (120日 days) | I | 21746(62.7) | 18571(55.1) | 20431(53.6) | 24976(61.0) | 18923(46.3) | 21653(52.3) |
| | II | 8458(24.4) | 9816(29.2) | 13173(34.7) | 9197(22.4) | 13226(32.4) | 14546(35.1) |
| | III | 3114(9.0) | 3994(11.9) | 4134(10.7) | 6795(16.6) | 8728(21.3) | 4293(10.4) |
| | III | 1305(3.9) | 1290(3.8) | 406 [△] (1.0) | 4 [△] — | △ — | 978 [△] (2.2) |
| | S | 34623 | 33671 | 38144 | 40972 | 40858 | 41470 |

單位 (Unit): c.c. 但括弧中の數字は總吸水量に對する比率を示す

from Different Soil Layers.

| D (6, 0, 0, 0) | | E (5.25, 5.25, 0, 0) | | F (10.5, 0, 0, 0) | |
|----------------|-----------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|--------------|
| (1) | (2) | (1) | (2) | (1) | (2) |
| 512(73.4) | 563(90.5) | 600(87.5) | 776(92.4) | 899(94.4) | 579(75.9) |
| 72(10.3) | 20 (3.2) | 32 (4.7) | 9 [△] (1.0) | 0 [△] (0.0) | 68 (8.9) |
| 112(16.1) | 40 (6.3) | 54 (7.8) | 55 (6.6) | 53 (5.6) | 117(15.2) |
| 0 (0.0) | 0 (0.0) | 0 | 0 | 0 (0.0) | 0 (0.0) |
| 697 | 623 | 686 | 840 | 952 | 764 |
| 4426(73.0) | 4677(73.4) | 4245(64.0) | 3897(71.3) | 5031(80.5) | 5194(75.9) |
| 1117(18.4) | 1168(18.4) | 1805(27.3) | 1102 [△] (20.2) | 732(11.7) | 1179(17.2) |
| 331 (5.5) | 338 (5.3) | 331 (5.0) | 329 (6.0) | 308 (4.9) | 264 (3.9) |
| 187 (3.1) | 178 (2.8) | 241 (3.7) | 144 (2.6) | 177 (2.9) | 203 (3.0) |
| 6061 | 6361 | 6622 | 5472 | 6248 | 6840 |
| 7440(55.8) | 7582(54.3) | 9709(63.2) | 6741(51.1) | 8485(58.5) | 8628(57.7) |
| 4304(32.2) | 5078(35.0) | 4468(29.1) | 5261(40.0) | 4663(32.2) | 4788(32.0) |
| 1194 (8.9) | 1132 (7.8) | 832 (5.4) | 929 (7.0) | 1025 (7.1) | 1082 (7.2) |
| 416 (3.1) | 419 (2.9) | 364 (2.4) | 232 (1.8) | 318 (2.2) | 433 (3.1) |
| 13354 | 14211 | 15372 | 13163 | 14491 | 14931 |
| 2801(46.1) | 3016(43.6) | 4021(64.5) | 2712(41.1) | 3262(46.0) | 3024(45.2) |
| 2155(35.4) | 2396(35.6) | 1341(21.0) | 2869(43.3) | 2470(34.9) | 2401(35.9) |
| 833(13.7) | 809(14.9) | 561 (9.0) | 837(12.6) | 980(13.8) | 808(12.1) |
| 291 (4.8) | 369 (5.9) | 331 (5.4) | 195 (2.9) | 387 (5.3) | 456 (6.8) |
| 6080 | 6590 | 6254 | 6613 | 7099 | 6689 |
| 3996(45.8) | 4166(43.6) | 6180(63.0) | 3625(35.0) | 5111(46.3) | 4411(43.1) |
| 2901(32.2) | 3403(35.6) | 2400(24.7) | 4854(46.8) | 3528(32.0) | 3670(34.9) |
| 1207(13.8) | 1420(14.9) | 670 (6.9) | 1834(17.6) | 1803(16.4) | 1384(13.5) |
| 628 (7.2) | 562 (5.9) | 525 (5.4) | 67 [△] (0.7) | 588 (5.3) | 769 (7.5) |
| 8732 | 9551 | 9797 | 10380 | 11030 | 10234 |
| 1684(48.0) | 1661(42.5) | 2354(62.5) | 1765(34.7) | 2351(47.2) | 2040(53.0) |
| 1009(28.7) | 1467(38.4) | 1137(30.2) | 2438(47.9) | 1034(20.8) | 1084(28.1) |
| 598(17.0) | 742(19.0) | 81 [△] | 866(17.4) | 1600(32.0) | 576(14.9) |
| 224 (6.3) | 47 [△] (0.1) | 195 [△] | △ — | △ — | 158 (4.0) |
| 3515 | 3917 | 3767 | 5089 | 4985 | 3858 |
| 20859(54.3) | 21935(52.8) | 27109(63.8) | 19516(47.0) | 25139(56.1) | 23876(55.1) |
| 11558(30.1) | 13532(32.6) | 11205(26.4) | 16533(39.7) | 12427(27.7) | 13190(30.4) |
| 4275(11.1) | 4481(10.8) | 2529 (6.0) | 4870(11.7) | 5769(12.9) | 4231 (9.8) |
| 1746 (4.5) | 1573 (3.8) | 1656 (3.9) | 638 (1.6) | 1470 (3.3) | 2019 (4.7) |
| 38439 | 41521 | 42499 | 41557 | 44805 | 43316 |

B の兩個體間にも大分著しき差が認められる。尤も B_2 に於ては第三及び第四兩層間のバラフィン層に故障のあつてか、第四層からは多少水の流出を見、之に對して第三層の吸水量は多くなつてゐる、此の兩層の吸水量には信を措き難き點があるので、茲では第一及び第二層の吸水量に就てのみ考察する。分蘖少く大なる穂を形成した B_1 が之に反する B_2 に比し、第一層からは少く、第二層からは多く吸水したことは A の場合に述べた所と一致してゐるやうである。併し其の差は餘りに甚だしき、各層に發達せる根の量は分蘖の多い F_2 が第一層に於て稍々多い以外餘り著しき差のないところから推して、斯る説明で十分なりや否やに就ては多少の疑がないでもない。こはいへ B_1 の如く出穂期以後に於て第二層からの吸水量が第一層のものを凌駕するところは C、殊に C_2 及び E_2 等第二層に施肥した區のものに見られ、且其の穂の大きさを見るに其の變異割合に小にして平均値の大なるところより推して、斯る吸水状態の肥料の分布並に植物の成育状態と關係あるところは想像してよいであらう。之に對して F_2 の吸水状態は A_1 の夫に克似してゐるが、此の兩者は分蘖の模様が似てゐるのみならず、穂の大きさの變異に於ても多少似た點がある。

C に於ても B の場合と同じ理由で第一及び第二兩層の吸水量のみに就て考察する。兩個體の吸水状態は大分克く似てゐるが、而も其の差は地上部の成育状態の差異から略々説明し得る如くである。即ち第一及び第二兩層とも早く多く分蘖して多收を擧げた C_2 の方が多量に吸水してゐるが、第一層の吸水量の差は分蘖期に於て最も著しく、成育が進み晩く分蘖の増加した C_1 の蘖子の節根の増加するに従て其の差は減少するし、第二層に於ても同じ傾向が認められるが、 C_1 の吸水量の増加して兩個體の差の減少するところが第一層に比して遅い。而して C_2 の方が穂の大きさの變異は寧ろ小に、平均値は大きい、吸水状態も之に平行して C_2 の方が第二層の吸水量の比率が大になつてゐる。D に於ては兩個體の吸水状態は甚だ克似してゐる。而して分蘖には多少の遅速がないでもないが、穂の大小の變異の克く似てゐる點より見て、兩者の成育も亦克く似てゐるたを見てよいであらう。

E に於ては兩個體の成育状態の甚だしく異なつてゐるのに平行して、其の吸水状態にも著しき差のあるところが認められる。 E_1 は多く分蘖したが、二本の無効を生じ、穂の大きさの變異は寧ろ大にして、而も其の平均値は此の施肥量に對しては異常と認められるほど小である。之に對して其の吸水状態を見るに、第一層の吸水量のみ徒に多くして、第二層以下からの吸水量は甚だしく少ない。蓋し多數に發生した蘖子も大なる穂を形成し得ぬほごで、其の成育の良好ならざりし爲、其等の根も深く發育し得なかつたのであらう。正常の發育を遂げた E_2 が第

二層から多量に吸水したここに就ては既に B の所で述べた。而して多く分蘖した E_1 は E に比し第一層に多量の根を有したが、第二層以下に於ては寧ろ少なかつた。

F の兩個體は割合によく似た吸水状態を示してゐる。併し此の場合にも地上部の成育状態の差は吸水状態の上に反映してゐる如くである。即ち多く分蘖した F_1 は第一層から割合に多く吸水してゐるが、第二層からの吸水量は割合に少い。

以上の如く同じ試験區に於ても地上部の成育状態に相當著しき個體の變異があり、之に應じて吸水状態も亦異なつてゐるが故に、試験區、即ち施肥状態と吸水状態との間に明なる關係を需むることは稍々困難なるが如きも、而も此の間吸水状態に二三の類型は之を認め得るやうである。

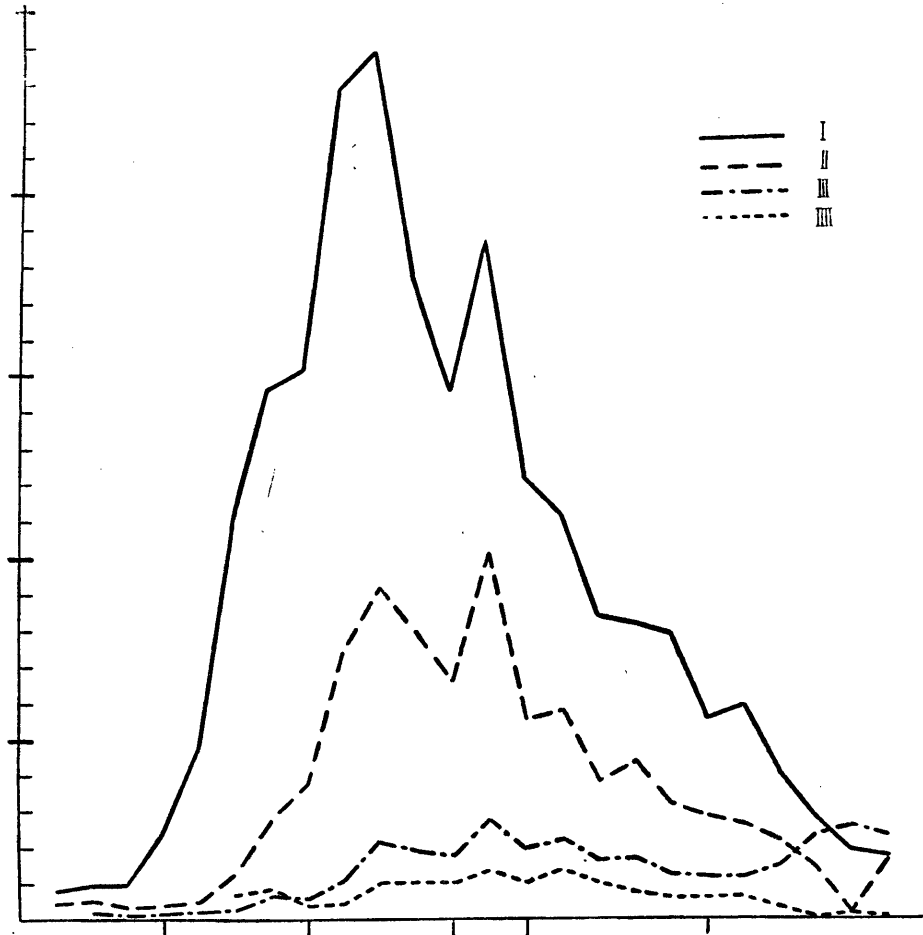
類型其一の典型として A_1 を採る。之に屬するものは割合に多く分蘖するが、其等は良き成育をなす能はず、従て穂は小なるのみならず、其の變異は大に、斯くして節根は多く發生しても深く發育し得ざるが故に、第一層からの吸水が割合に多くして、第二層からは少量にしか吸水しない。其の成長に伴ふ吸水状態の變化を第一圖に示す。

此の類型のものは穂の大きさ及び其の變異から見て、A の如く表層のみに寧ろ少量の肥料が施された場合の植物に見らるゝものであらう。併し他の施肥状態の下にありても、何等かの原因によりかゝる成育をした場合には此の類型の吸水状態を示すものである。 P_1 及び E_1 は此の例である。就中 B_2 は其の分蘖状態及び穂の大きさの變異に於て A_1 に克く似てゐる爲か、吸水總量には差はあつても、之に對する各層からの吸水量の比率は極めて近い數字を示してゐる。

類型の其二是 D 及び F の表層のみに肥料を多施した區に於て見るものである。此等に於ては分蘖の總數に於ては強ち其のものに變らないが、其の發生は早く、良き成長を遂げて大にして而も揃ひたる穂を形成するが故に、節根も寧ろ早く深き層に伸入する。斯くして其のものに比し第二層以下から割合に多く吸水する。而して此等二試験區の四個體は互に各期に於ける總吸水量に對する各層からのものゝ比率に極めて近い數字を示してゐる。其の一例として D_2 の成長に伴ふ吸水量の變化曲線を第二圖に示す。

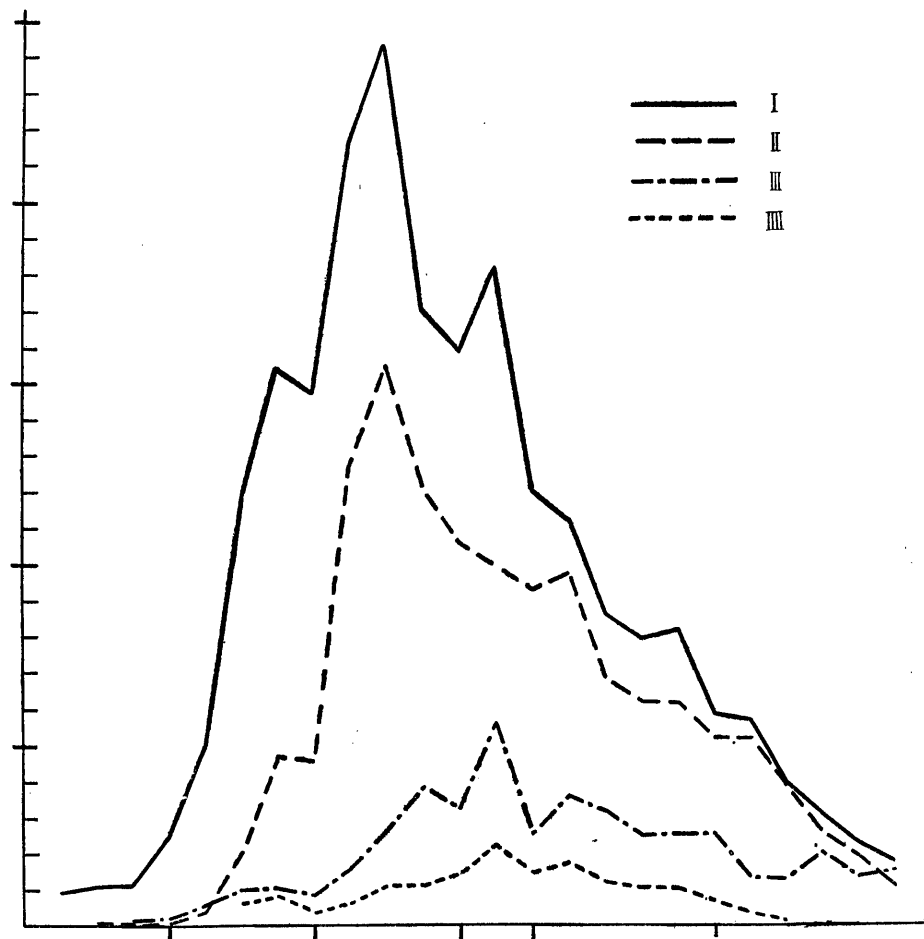
類型の其三是 C の兩個體、 B_1 及び E_2 に見るものである。此等は何れも第二層或はそれ以下の層にも肥料があるので、根は此等の層に割合によく發達して多量に吸水するが、之が爲に却て第一層の根の發達及び吸水は抑制される傾向さへ示してゐる。即ち土壤の各層間の根の發達及び作用の一種の相關現象である。斯るものに於ては穂は割合に揃ふ傾がある。

第一圖 植物の成長に伴ふ土壤各層よりの吸水量の變化の一例 (A₁)

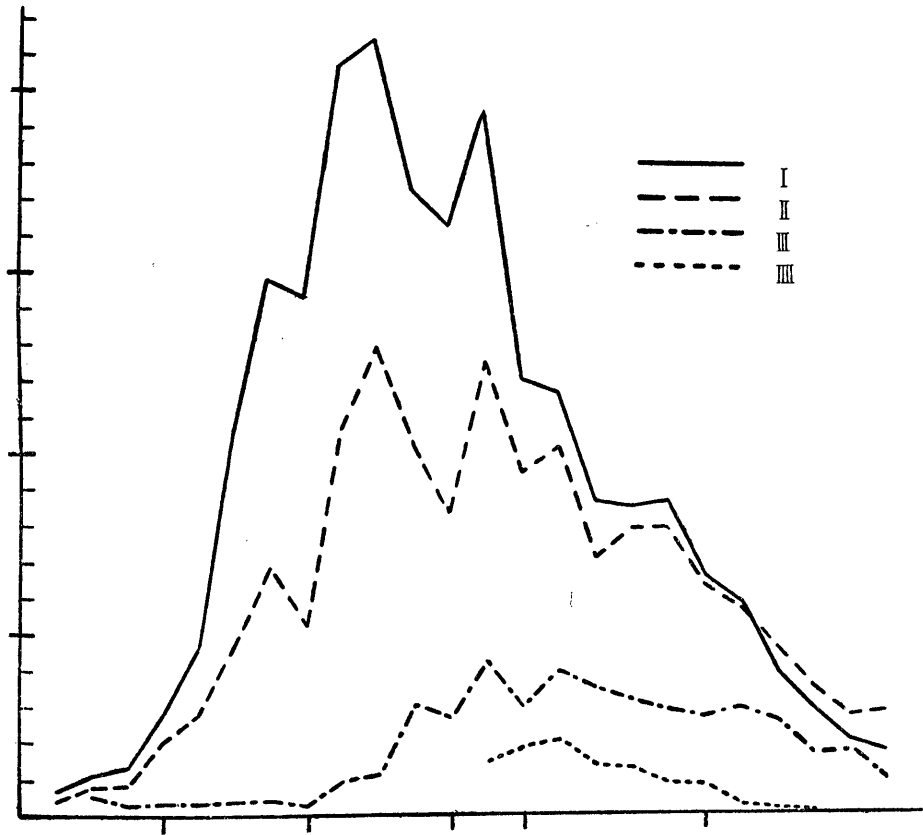


| 期間 | 12/VII—31/VII | 1/VIII—20/VIII | 21/VIII—9/IX | 10/IX—19/IX | 20/IX—14/X | 15/X—8/XI | |
|------|---------------|----------------|--------------|-------------|------------|------------|------|
| 日數 | 20 | 20 | 20 | 10 | 25 | 25 | |
| 土壤の層 | 分 | 蘗 | 期 | 伸長期 | 出穂期 | 成熟前期 | 成熟後期 |
| I | 495(27.2) | 4548(79.5) | 7883(65.6) | 3083(57.8) | 4090(55.8) | 1647(46.3) | |
| II | 160(23.3) | 822(14.4) | 3107(25.8) | 1557(29.1) | 2002(27.6) | 810(22.3) | |
| III | 31(4.5) | 157(2.8) | 678(5.6) | 466(8.7) | 796(10.9) | 986(28.3) | |
| IV | 0(0.0) | 184(3.3) | 340(2.8) | 233(4.4) | 438(6.0) | 110(3.1) | |
| 計 | 686 | 5711 | 12008 | 5339 | 7326 | 3553 | |

第 二 圖 植物の成長に伴ふ土壤各層よりの吸水量の變化の一例 (D₂)



| 期 間 | 12/Ⅶ—31/Ⅶ | 1/Ⅷ—20/Ⅷ | 21/Ⅷ—9/Ⅸ | 10/Ⅸ—19/Ⅸ | 20/Ⅸ—14/Ⅹ | 15/Ⅹ—8/Ⅺ |
|------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 日 數 | 20 | 20 | 20 | 10 | 25 | 25 |
| 土壤の層 | 分 蘗 期 | 伸長期 | 出穂期 | 成熟前期 | 成熟後期 | |
| I | 563(90.4) | 4677(73.4) | 7852(54.3) | 3016(43.6) | 4166(43.6) | 1661(42.5) |
| II | 20 (3.2) | 1168(18.4) | 5078(35.0) | 2396(35.6) | 3403(35.6) | 1467(38.4) |
| III | 40 (6.4) | 338 (5.3) | 1132 (7.8) | 809(14.9) | 1420(14.9) | 742(19.0) |
| Ⅳ | 0 (0.0) | 178 (2.8) | 419 (2.9) | 369 (5.9) | 562 (5.9) | 474(0.1) |
| 計 | 623 | 6361 | 14481 | 6590 | 9551 | 3917 |

第三圖 植物の成長に伴ふ土壤各層よりの吸水量の變化の一例 (C₂)

| 期間 | 12/Ⅶ—31/Ⅶ | 1/Ⅷ—20/Ⅷ | 21/Ⅷ—9/Ⅸ | 10/Ⅸ—19/Ⅸ | 20/Ⅸ—14/Ⅹ | 15/Ⅹ—8/Ⅺ | |
|------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------|
| 日數 | 20 | 20 | 20 | 10 | 25 | 25 | |
| 土壤の層 | 分 | 壁 | 期 | 伸長期 | 出穂期 | 成熟前期 | 成熟後期 |
| I | 595(53.6) | 4422(67.9) | 7520(60.2) | 3126(49.3) | 4376(41.6) | 1614(35.8) | |
| II | 406(36.6) | 1960(30.2) | 4194(33.6) | 2179(34.3) | 3909(37.2) | 1898(42.0) | |
| III | 109 (9.8) | 125 (1.9) | 769 (6.2) | 717(11.3) | 1601(15.2) | 972(21.6) | |
| IV | △ | △ | △ | 325 (5.1) | 626 (6.0) | 27△(0.6) | |
| 計 | 1111 | 6507 | 12482 | 6347 | 10512 | 4511 | |

C₂ の成長に伴ふ吸水量の變化を第三圖に示す。

以上述べた所から次の如く要約し得るであらう：

植物が土壤の各層より吸水する有様は其の成育状態、殊に分蘗と各稈の成長とによつて著しく左右せられ、而も斯る成育状態は同じ試験區に於ても個體の變異甚だしきが故に、吸水状態にも甚だしき變異がある。而して斯る成育状態の變異は根の發育状態にも反映して、其の結果其の吸水状態にも現はれるものであることは勿論なるも、少くとも收穫期に於ける根の量に現はれた所は吸水状態に現はれた所ほど顯著でない。

斯く同一試験區に於ける吸水状態の變異は甚だしいとはいへ、施肥状態の差が地上部の成育に影響する以上、施肥状態が吸水状態に影響することも當然である。斯る意味から施肥状態に応じて吸水状態を三の類型に分類した。其一は表層にのみ少量に施肥された場合のもので、第一層から割合に多量に吸水する。其二是同じく表層にのみ多量に施肥した場合のもので、其一に比し第二層以下から割合に多量に吸水する。其三是第二層以下にも施肥した場合のもので、深層からの吸水量の割合は更に多い。

成育の進むに従ひ漸次表層からの吸水量の割合は減じて第二層以下から割合に多量に吸水する様になることは勿論であるが、成熟後期に於てなほ其三の類型以外のものは何れも總吸水量の 40 % 以上 50 % 内外を表層から吸収するし、全成育期を通じては 50—60 % が表層から吸収されてゐる。斯く成熟期に於てなほ表層から多量に吸水することは、胡瓜や茄子に於て表層からの吸水が成育と共に著しく衰へるの著しき對照をなすもので (1)、之は根の發達状態の上から十分説明される。

施肥状態が異なり、從て根の發育状態には著しき差があつても、地上部の成育状態が相似なれば、其の吸水状態も亦克似する。此のことは胡瓜や茄子の場合でも認めたことであつた。斯くして土壤各層間の施肥状態と根の發育状態とは平行しても、吸水状態は必ずしも此等と平行せず、施肥された層には根は特に良く發達しても、之に応じて必ずしも特に多量の水が吸収されることはない。之は土壤溶液の濃度高く、從て吸水に對する抵抗の大なることに對する適應も説明されるであらうが、此の點に關しては更に研究の上でないに斷定し難い。

摘 要

1. 直徑 25 cm., 深さ 1 m. の亞鉛引鐵板製の圓筒に土壤を填充し、之をパラフィンの薄き層にて四層に區分し、各層には二個の LIVINGSTON 式自働灌水器を裝置することによりて土

壤の水分量を一定に保つと共に、植物が各層より吸収する水分量、従て蒸散量を測定し得る様にした。土壤の各層間の肥料の分布状態を種々にして、之に陸稻を栽培し、斯る土壤状態に對して根が如何に發達し又作用し、之によりて地上部の成育が如何に影響せらるゝやに就て觀察した。

2. 地上部の成育及び收量の上に現はれた影響は次の如くであつた：

a) 分蘖は主として地表下 20 cm. 迄の第一層に於ける施肥量により左右せられ、以下の層の肥料は殆ど無影響であつた。即ち表層に肥料多ければ、早く下位の節より順次に分蘖するのに對し、肥料少なければ、分蘖は晩く、其の順序も上下前後するやうな傾が認められた。斯く分蘖に早晚の差はあつたが、其の數には餘り著しき差がなかつた。併し第二層以下の肥料の無影響なのは分蘖其のものに對してだけのことで、其の後の成長は之によつて著しく影響せられ、従て藁の收量は、施肥量多きに従ひ、同じ施肥量なれば全部が表層に施された時、又深層にも肥料あるに従て多くなつた。

b) 一穗或は一株の籾數は藁の收量と同じ順序で増減したが、其の増減の程度は藁の收量に於けるより著しかつた。

c) 籾の稔實歩合も亦藁の收量や一株の籾數と略々同じ順序で増減し、それが出穂前後の植物の榮養状態により決定されるものであることを示した。斯くして一株の稔實粒數の増減は籾數に於けるより更に著しきものになつた。

d) 玄米の千粒重量で表はした種實の充實の良否は表層に肥料を多施したものが肥料の少いものに比して概して劣り、深層の肥料は之に好影響を與へるものゝ如くであつた。而して最大蒸散面を有した出穂期の蒸散量に對する百分率で表はしたる成熟期後半の蒸散量の多少は玄米千粒重量の大小と略々平行した。斯くして他の實驗成績をも考慮して次の如く結論した。即ち種實に於ける貯藏物質集積量の多少は主として成熟期に於ける炭素同化作用の強弱により決定されるものゝ如くであるが、肥料を多施するに成熟期の半頃迄の成育は可良でも、以後其の榮養は衰へて急激に同化作用面積を減少し、爲に種實の充實は悪くなるものである。

e) 斯くして穗數、一穗當の籾數、其の稔實歩合、並に種實充實の良否の總和的結果たる玄米收量は、施肥量の多きに従ひ、同じ施肥量なれば其の全量を表層に施用した時、又深層にも肥料あるに従て多くなつた。

3. 土壤の各層に於ける根の發達状態に關しては次の事實が認められた：

a) 土壤の各層に發達せる根の量は上層より下層に向て漸次に減少したが、而も略々施肥量と平行し、多量に施肥された層に多く、肥料の少く又は全然施用されなかつた層には根も少なかつた。

b) 或る層の根の發達がよいと、之が爲に他の層に於ける發達は抑制される傾があり、斯くして同じ施肥量の同位の層の根の量にも著しき差が認められた。

c) 同じ試験區に於ても分蘖が少く其の代り各稈の生育が揃て良いと、根は割合に深き層によく發達した。

4. 土壤の各層に於て根の吸収せる水分量に關しては次の事實が認められた：

a) 土壤の各層からの吸水状態には地上部の成育状態が反映し、各稈が揃てよく發育し揃て大なる穂を形成する時は、割合に多く深層より吸水し、之に反して分蘖多く穂の不揃となるが如き成育をなす場合には、表層からの吸水が割合に多かつた。之は勿論根の發育状態に平行するものであるが、根の量に現はれた所より遙に著しかつた。

b) 斯くして土壤の各層間の肥料の分布状態の影響は根の發達に於けるが如く直接吸水状態に現はれずして、寧ろ地上部の成育を通して間接に吸水状態に現はれたと見るべきものであつた。

c) 従て肥料の多施された層には根はよく發達するも、吸水量は之に比例して多くなかつた。之は肥料多施による土壤溶液の濃度上昇の結果、根の吸水に對する抵抗は増大せられ、之に對する適應して根は特に良く發達したものであらうか。

5. 斯く表層の肥料が初期の成育のみならず殆ど全期に亘て最も著しく其の影響を現はし、又成育の終迄表層から比較的少量に吸水する所以のものは、禾穀類植物の根群が主として節根の増加により、而も其の増加が成育の初期から成熟期に至る迄續くからで、直根を有た双子葉植物に於けるに著しき對照をなすものである。

引用文献

- 1) 高山卓爾, 出光勝兵衛 (1932), 土壤の各層に於ける肥料の分布と胡瓜及び茄子の成育, 九大農學藝雜誌, 5 : 137—158.
 - 2) 高山卓爾, 瀧口義資 (1932), 表土の深淺が水稻の成育に及ぼす影響 第一報, 九大農學藝雜誌, 5 : 159—173.
 - 3) 高山卓爾, 瀧口義資 (1932), 伸長期の追肥と成熟期の落水とが水稻の成熟に及ぼす影響, 九大農學藝雜誌, 5 : 174—185.
 - 4) 植田幸輔 (昭和 5), 本田期に於ける水稻の成長曲線に就て, 日本作物學會記事, 2 : 161—170.
-

DEVELOPMENT AND ACTIVITIES OF ROOTS OF UPLAND RICE
PLANTS AS RELATED TO THE DISTRIBUTION OF NUTRIENT
SALTS AMONG DIFFERENT LAYERS OF THE SOIL

(Résumé)

Takuji KŌYAMA and Yoshio MARUYAMA

1. From the point of view that studies on the roots of crop plants should be made in relation to soil conditions, the authors have made several experiments, one of which is presented here. In this experiment the effects of the distribution of nutrient salts among different layers of the soil on the growth of upland rice plants were studied, when conditions of air and water supply were maintained uniformly good in all layers of all plats.

Containers of galvanized iron sheeting, 25 cm. in diameter and 1 m. in depth, were filled with soil. The soil columns in the containers were divided into four layers, 20, 20, 30 and 30 cm. thick from the surface to the bottom, inserting thin sheets of paraffin wax, which allowed the passage of roots but not of water and salt solution. The surface of the soil was also sealed with paraffin wax to check the evaporation from the soil surface. Each layer was auto-irrigated after the LIVINGSTON method under a suitable hydrostatic pull. Thus the moisture content in each layer was maintained in a moderate degree and practically constant, and the amount of water transpired and absorbed from each layer by the plant could be determined by the loss in the water reservoir of the irrigator. Fertilizers were applied at the following rates, mixing with the soil of each layer before filling:

| Plat | Soil layer (Thickness in cm.) | I (20) | II (20) | III (30) | IV (30) | Total (100) |
|------|----------------------------------|-----------|------------|-------------|------------|----------------|
| A | | 3 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| B | | 3 | 3 | 0 | 0 | 6 |
| C | | 3 | 3 | 4.5 | 4.5 | 15 |
| D | | 6 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| E | | 5.25 | 5.25 | 0 | 0 | 10.5 |
| F | | 10.5 | 0 | 0 | 0 | 10.5 |

Unit: Kwan per tan for each gradient.

Placing the containers in a glasshouse, an upland rice plant was grown in each.

2. Factors constituting the yield of grain were affected by the conditions of the experiment in the following way (Tables I, II, III and IV.):

a) The tillering was determined mainly by the fertilizers applied in the first layer, those in the lower layers showing scarcely any effect. In the plats fertilized abundantly in the first layer the plants started and finished tillering rather earlier than in those poorly fertilized in the same layer. In the total number of tillers, however, no conspicuous difference could be detected among all the plats. Though fertilizers in the lower layers were not effective on the tillering itself, the growth of tillers was accelerated by them rather markedly. Thus the yield of straw was bigger, as the amounts of fertilizers were increased, when all were applied in the first layer if the amounts were equal, and when the lower layers were also fertilized.

b) The numbers of spikelets per ear and per plant varied among the plats in the same order as the yield of straw, but more conspicuously than the latter.

c) The ratio of fertility of grains (the ratio of the number of ripe grains to that of spikelets), which appeared to be determined by the nutritive condition of the plant at the flowering stage, varied also in the same order as the yield of straw and the number of spikelets, and hence the number of ripe grains of a plant varied more markedly.

d) The weight of 1000 grains was generally smaller in the plats fertilized abundantly in the first layer than in those fertilized poorly in the same layer, and fertilizers applied in the deep layers seemed somewhat effective in making them heavy. Considering that the accumulation of reserve materials in grains would be affected by the photosynthetic activity in the ripening period and this would roughly parallel the transpiring activity, an attempt was made to determine whether there was or was not any relationship between the transpiring activity in this period and the weight of 1000 grains. The comparative transpiring activity in the ripening period was expressed with the ratio of the amount of transpiration per day in this period to that in the heading period when the plant showed the maximum transpiration. It was found that, in the latter half of the ripening period the plant fertilized poorly in the first layer and having heavier grains showed higher comparative transpiring activity than the others, though in the first half of this period any conspicuous relationship could not be detected between these two numbers. From these results and those of other experiments the authors have performed, they are inclined to conclude that, in the plats fertilized abundantly the growth of plants was affected beneficially till

the beginning of the ripening period, but in the later period the photosynthetic area being rapidly decreased as compared with the number of grains, on account of the decline of the nutritive condition, the plants could not accumulate so much materials in the grains.

e) The yield of unhulled rice, the resultant of the above factors, was bigger as the amount of fertilizers were increased, when all were applied in the first layer if the amounts were the same, and when the deep layers were also fertilized. On this point the results seem not to agree with those of the experiment on "the effects of the depth of surface soil and the amounts of fertilizers on the growth of rice plants" formerly reported(2). Because in the latter experiment the yield of unhulled rice was bigger as surface soil became deeper and hence fertilizers were distributed in greater dilution and to a deeper layer. Such a disagreement, however, may be admitted. Because in both experiments the effects of the soil conditions on each factor constituting the yield were similar, and yet the resultant yields were different according to the combination of these factors.

3. From the above it may be seen that, nutrient salts in the deeper layers showed their effects as the plant grew, but those in the surface layer were most effective almost all through the life. And, as will be stated later, the greater part of the water consumed by the plant was supplied from the first layer. These are a notable contrast to the fact that nutrients in the deep layers were utilized by some dicotyledonous plants grown under similar conditions from their early stage, and hence they were more effective than in the case of cereals. This seems to be explained from the root development. The root system of the cereal plant consists largely of nodal roots which increase in number from its early stage till the ripening period. Hence the plant has its active roots almost all through the life in the surface layer. While, in the cases of some dicotyledonous plants, the tap root grows into deep layers first and then fine branches develop from it, which are gradually replaced by newer ones. Thus the plant can utilize nutrients in a deep layer even in its early stage, and yet the most active part of the root system tends to move to deeper layers as it grows.

4. After harvested the tops, the amount of roots in each layer was investigated. The results are shown in Table V, from which the following facts may be recognized:

a) Although the amount of roots in each layer decreased with it depth, they developed especially well in layers abundantly fertilized. Similar results were also obtained in other experiments with other plants, previously reported (1). The amounts of roots in each layer, however, appeared to be conditioned by the

whole development of the root system. Thus a good development in a particular layer showed a tendency to check the growth in another. For example, in the plat C, where all layers were uniformly fertilized and hence roots developed well even in the deep layers, the development in the first layer was poorer than in the plats A and B, in spite of the fact that this layer of each plat was equally fertilized. Such facts were also observed in the other plats.

b) The development of roots in each layer seemed to be conditioned by the growth of the top. Thus even in the same plat, if the number of tillers was rather small and every tiller grew uniformly well, the roots developed more poorly in the surface layer and better in deep layers than in the contrary case. It may be explained that, if the plant tillers too many, many nodal roots from many stems cannot develop into deep layers and hence the stems cannot grow uniformly well.

5. As to the absorption of water by the plant from different layers it may be summarized as follows (Table VI):

a) The mode of absorption of water from different layers varied according to the mode of the growth of the top even in the same plat. If every tiller of a plant grew well and hence had uniformly a large ear, the plant tended to absorb comparatively much water from deep layers. While, if the plant tillered too much but had ears which were not uniform, it absorbed relatively much water from the first layer. A similar phenomenon was observed in the development of roots as stated in the preceding paragraph, but it was more marked in the mode of water absorption.

b) Although the mode of water absorption showed a variation even in the same plat and hence it seems rather difficult to find any relationship between this and the conditions of the experiment, it may be stated that the distribution of fertilizers among soil layers affected the growth of the top and the latter in turn conditioned the mode of water absorption.

c) In the layer fertilized abundantly roots developed well but did not absorb so much water proportionately to their development. It may be explained that, since in such a layer the water absorption was resisted by the higher osmotic concentration of the soil solution, roots increased their absorbing area to adapt this condition. At any rate, it is of interest to state that, even under different conditions of fertilization, if plants grow similarly they show similar mode of water absorption in spite of their different root development.