

## 土壌各層間の肥料の分布と小麦の成育

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/10.15017/20857>

---

出版情報：九州帝國大學農學部學藝雜誌. 5 (4), pp.435-465, 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小麦の成育<sup>1)</sup>

高 山 卓 爾

丸 山 吉 雄

(昭和八年七月七日受理)

### 緒 言

既報の胡瓜及び茄子(1), 並に陸稻(2)に關するものも同一の目的従て同一の方法により實驗せるものゝ成績である。唯前者に於ては, 土壤の通氣及び水濕状態を各層一様に保ち, 肥料の分布状態のみを實驗事項とせしむるに對し, 之にありては肥料の分布状態の外に水濕状態をも實驗事項に加へたのであつた。即ち斯る土壤状態によりて, 小麦の收量構成の因子たる分蘗, 一穂の籾花數, 一籾花當の結實粒數, 並に種實充實の良否等が如何に影響せらるゝかを各層に於ける根の發達と其の作用との上より研究したものである。

### 實 驗 方 法

亜鉛引鐵板製の圓筒の直徑 25 cm., 深さ 20 cm. 及び 30 cm. のもの各二個, 合計四個を積み重ねて 1 m. の圓筒とせし, 之に殆ど有機質を含まざる埴土と砂土とを等量に混合せる土壤を填充した。圓筒の繼目の所で, 全體を上より 20, 20, 30 及び 30 cm. の厚さの四層に區分し, 各層に二個宛の LIVINGSTON 式の素燒製圓錐形の自働灌水器を裝置した。灌水器の貯水槽の水位を各層の上面より 50 cm. の下に置き, 之により土壤の含水量を適當に且つ一定に保つた。但 B 及び D 區の第三, 第四層は水位を層の上面より 30 cm. の下に置いた。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各層の間を自由に通過しても, 水及び養分の交通は阻止せられ, 且つ土面蒸發もないので, 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收する水分量は灌水器の貯水槽の減量で測定し得る様に裝置した。G 區以外は肥料は全部基肥とし, 化學肥料を用ひ, 土壤の填充に先だち, 各層の土壤によく混和して反當三要素の量を各々次の如く施した。

1) 九州帝國大學農學部作物學教室業績 第 47 號

土層 區別	I (20 cm.)	II (20 cm.)	III (30 cm.)	IV (30 cm.)	計 (100 cm.)
A	4	4	6	0	14.0
B	4	4	6 w	0 w	14.0
C	4	4	0	0	8.0
D	4	4	0 w	0 w	8.0
E	4	0	0	0	4.0
F	8	0	0	0	8.0
G	4 2 2	0	0	0	8.0

數字は反當施用貫數

G 區に於ては、窒素、磷酸、加里それぞれ反當 4,8,8 貫匁の割にて第一層に原肥として施し、後第一層の地表より窒素反當二貫匁に相當する量をそれぞれ二月十三日及び三月十四日に追肥として施した。

小麥“江島神力”の種子を十二月廿八日に播下し、其の二本を成育せしめた。

試験區は至て三區制で實驗した。

土壤の含水量は、水位 50 cm. の層は 14.5 % — 15.5 % , 30 cm. の層は 18.9—19.5 % あつた。上表中 W を附したものは水位 30 cm. の層である。

## 實 驗 成 績

### 地上部の成育及び收量

種實收量を構成する因子たる分蘗、一穗の籾花數、一籾花當の結實粒數及び種實充實の良否の夫々に就て順次に考察を進める。

### 分 蘗

分蘗は 2 月初旬に開始され、晩きは出穂期に入た 4 月中旬以後にも及んだが、其の間時期により其の増加に緩急があつた。仍て此の緩急により分蘗期を 2 月 20 日、3 月 19 日、同 26 日及び 4 月 16 日を境として五期に區分し、各期の分蘗數を比較したのが第一表である。分蘗の個體變異はかなり甚だしきも、次の事實は略々認め得るであらう。

第一表 (I)

分蘗 (Tillering)

	P	分蘗 (Tillers)				計 Total	穂数 No. of ears	無効 Stem without ear
		20/II	19/III	26/III	16/IV			
A (4, 4, 6, 0)	I 2	4	4	—	—	10	10	0
	2 2	4	4	2	4	16	14	2
	3 2	3	5	1	1	13	13	0
	S 6	11	13	3	5	39	37	2
B (4, 4, 6 <sub>w</sub> , 0 <sub>w</sub> )	I 2	3	4	1	—	9	16	3
	2 2	4	6	3	—	15	14	1
	3 2	4	4	—	3	14	14	0
	S 6	11	14	4	3	48	44	4
C (4, 4, 0, 0)	I 2	5	7	—	3	17	17	0
	2 2	4	6	4	1	17	17	0
	3 2	4	2	3	2	13	12	1
	S 6	13	15	7	6	47	46	1
D (4, 4, 0 <sub>w</sub> , 0 <sub>w</sub> )	I 2	4	5	1	—	5	15	2
	2 2	4	3	1	—	10	10	0
	3 2	4	5	—	—	11	11	0
	S 6	12	13	2	0	38	36	2
E (4, 0, 0, 0)	I 2	2	4	—	1	9	9	0
	2 2	4	4	—	—	10	10	0
	3 2	4	4	—	—	10	10	0
	S 6	10	12	—	1	29	29	0
F (8, 0, 0, 0)	I 2	4	8	9	1	24	22	2
	2 2	7	7	5	1	22	18	4
	3 2	5	13	6	1	27	23	4
	S 6	16	28	20	3	73	63	10
G (4, 2, 0, 0, 0) 2,	I 2	6	14	4	3	30	22	8
	2 2	4	8	8	4	26	21	5
	3 2	5	10	6	1	24	22	2
	S 6	15	32	18	8	80	65	15

正常の大きさの穂を有つ葉子の形成は主として第二期、即ち 3 月中旬迄に行はれたのであつたが、之迄の分蘖は主として第一層の施肥量の多少により決定せられ、第二層以下の肥料は殆ど其の影響を現はさない。後述する如く根の第二層に於ける吸水の盛になるのが 3 月下旬以後ださすれば、之も當然であらう。

第一層の施肥量が多いと少いものに比し、此の期の分蘖は早く且多く 2、3 月の交明なる分蘖最盛期を示す。此の分蘖最盛期は表層に肥料の少い場合にも認められないでもないが、さほど顯著でなく、あつても肥料の多い場合に比し稍々遅れる傾がある。肥料の多い場合分蘖の早く開始されるのは、コレオプチルの節から初まるからで、肥料の少き場合には概ね第一普通葉の節からしか開始されない。

第二層以下の肥料の影響は 3 月下旬以後に現はれて、表層に肥料少く第二層以下に之を缺く場合には (E 區) 第二期で分蘖を了り、3 月下旬以後分蘖するものなきに對し、第二層以下にも施肥した場合には永く四月下旬迄其の分蘖を續ける。併し表層の肥料多ければ、3 月下旬迄は盛に分蘖し、此の時期に第二の分蘖最盛期を出現せしめるが、それ以後の分蘖は寧ろ少い。第二層に於ける根の作用が 3 月下旬より盛になるさはいへ、未だ表層に於けるものに比しては遙に小なりとせば、3 月下旬の分蘖を決定する要因として未だ表層の施肥量の有力であるのは蓋し當然である。

表層の肥料の少く、而も第二層以下にも施肥され、之が爲に 4 月に入て猶分蘖を續けた場合には、其等の多くが出穂するのに對し、表層のみ肥料を多施した場合には、3 月下旬の分蘖すら一部は無効に了る。斯くして 4 月以降に於ける成育に第二層以下の肥料の影響するこの著しきは十分認め得るであらう。

第三層の肥料の影響は殆ど認められない。又第三層以下の多濕は 4 月中旬以後の分蘖を促進するやうでもあるが、之亦餘り明でない。斯く第三層以下の土壤状態が分蘖に無影響であることも、後に述べる吸水状態の上から十分理解されることである。

### 出 穂 期

各程の出穂期の變異を第二表に示す。

第 二 表 (II)

出 穂 期 (Date of Heading)

	Ⅲ					Ⅴ					計
	11-15	16-20	21-25	26-30		1-5	6-10	11-15	16-20	20-	
A (4, 4, 6, 0)	I	2	1	6	1	-	-	-	-	-	10
	2	2	2	6	-	3	1	-	-	-	14
	3	2	2	4	1	3	-	1	-	-	13
	S	6	5	15	3	6	1	1	-	-	37
B (4, 4, 6 <sub>w</sub> , 0 <sub>w</sub> )	I	2	4	3	1	-	1	3	1	1	16
	2	1	6	3	2	2	-	-	-	-	14
	3	2	3	5	-	3	-	1	-	-	14
	S	5	13	11	3	5	1	4	1	1	44
C (4, 4, 0, 0)	I	2	6	3	3	3	-	-	-	-	17
	2	-	4	6	2	5	-	-	-	-	17
	3	-	3	5	2	1	1	-	-	-	12
	S	2	13	14	7	9	1	-	-	-	46
D (4, 4, 0 <sub>w</sub> , 0 <sub>w</sub> )	I	2	4	5	1	-	1	-	2	-	15
	2	-	3	6	1	-	-	-	2	-	12
	3	1	2	5	2	1	-	-	-	-	11
	S	3	9	16	4	1	1	-	4	-	38
E (4, 0, 0, 0)	I	2	2	3	1	1	-	-	-	-	9
	2	1	4	4	1	-	-	-	-	-	10
	3	-	2	6	2	-	-	-	-	-	10
	S	3	8	13	4	1	-	-	-	-	29
F (8, 0, 0, 0)	I	1	7	4	8	2	-	-	-	-	22
	2	1	7	3	5	2	-	-	-	-	18
	3	1	8	6	8	-	-	-	-	-	23
	S	3	23	18	21	4	-	-	-	-	63
G (4, 2, 0, 0, 0)	I	2	10	5	5	-	-	-	-	-	22
	2	1	8	2	9	1	-	-	-	-	21
	3	-	7	5	7	3	-	-	-	-	22
	S	3	25	12	21	4	-	-	-	-	65

出穂期は分蘖の模様を略々平行する。即ち、表層に肥料の少き場合には出穂期のモードは月 21—25 日の期間に現はれ、第二層以下に肥料なく早く分蘖を了したものは 5 月に入て出穂するもの、殆ぎなかつたのに對し、第二層以下にも施肥されて永く分蘖を續けたものには 5 月に入て出穂したものがかなりあつた。殊に第三層以下が多濕のものには此の傾向が著しいやうである。表層に肥料多く、分蘖早く而も明なる二回の最盛期を示したものは、出穂期に於ても 4 月 16—20 日と 4 月 26—30 日の兩期間に二回のモードを現はし、而も第一回のモードは表層の施肥量少きものに比し一期間早かつた。而して早く分蘖を了ただけ遅く出穂するものは少なかつた。

#### 一穂及び一株の蠡花數

各穂の蠡花數は其穂の形成される當時の植物の榮養状態によつて決定せらるべく、又出穂期を同じくする穂は形成期も亦同じかるべしとの想像から、一穂當の蠡花數を其の出穂期別に計算して、之を第三表に示した。

4 月中に出穂した穂の蠡花數には大差なく、寧ろ 21—25 日に 出穂したものが最高で其の前後に向て漸減の傾向をさへ示してゐる。而して此等の殆ぎ全部が 3 月中旬迄に發生した稈子であり、又表層に肥料を多施した區に於ては 3 月の下旬の稈子も亦 4 月中に出穂してゐることは上述の如くである。然るに 5 月に入て出穂したものは其の後れるに従てかなり急激に其の蠡花數が少くなつてゐる。斯くして 3 月中旬迄に形成された穂は 4 月中に出穂し、其の蠡花數にも大差なきものと認めてよいであらう。

之を各區の間で比較するに、4 月中に出穂した正常の大きさの穂に於ては、其の蠡花數は主として表層の施肥量によつて決定せらるゝものゝ如く、F, G の兩區のものは其の他の區のものに比して明に多い。尤も表層のみに少量に施肥した E のものが第二層以下にも施肥した A, B, C, D 等のものに比し稍々少いやうでもある事實から推して、一之は蠡花數の變異表の上では稍々明に認められる—多少第二層以下の肥料が蠡花數に影響するとも考へられるが、而も表層の肥料の影響に比すれば微々たるものである。而して穂及び花の形成に關する野口氏の報告は蠡花數の決定される時期に關しては餘り明にしてゐないが(3)、穂の伸長成長の最も著しいのは所謂伸長期であり、又後述する如く第二層からの吸水の盛になるのは伸長期からで、而も伸長期に於ては全吸水量の 80 % 内外が第一層から吸収されてゐることをすれば、穂の大きさが主として第一層の肥料によつて決定されるのも、蓋し當然であらう。

第三表 (III) 出穂期別一穂の蠶花數

(Average Number of Spikelets per Spike of different Date of Heading)

出穂期 Date of heading	IV				V					Av.	穂數 No. of ears	蠶花 總數
	11-15	16-20	21-25	26-30	1-5	6-10	11-15	16-20	21-			
A 1	18.0	17.0	18.8	18.0	-	-	-	-	-	18.40	10	184
A 2	17.5	18.0	19.3	-	16.0	14.0	-	-	-	17.79	14	249
A 3	16.0	17.5	18.5	19.0	15.0	-	12.0	-	-	16.70	13	217
Av.	17.2	17.6	18.9	18.5	15.5	14.0	12.0	-	-	17.54	12.3	217
B 1	17.5	18.2	18.7	18.0	-	12.0	11.0	13.0	10.0	15.65	16	250
B 2	18.5	18.3	20.0	18.5	17.0	-	-	-	-	18.70	14	262
B 3	17.0	17.0	19.4	-	15.3	-	14.0	-	-	17.29	14	242
Av.	17.6	18.0	19.4	18.3	16.0	12.0	11.7	13.0	10.0	17.13	14.7	251
C 1	19.0	19.2	20.3	18.7	16.0	-	-	-	-	19.10	17	325
C 2	-	18.5	19.8	18.0	18.4	-	-	-	-	18.80	17	321
C 3	-	17.3	18.6	18.5	16.0	17.0	-	-	-	17.92	12	215
Av.	19.0	18.5	19.5	18.4	17.3	17.0	-	-	-	17.93	15.3	287
D 1	18.5	18.5	20.0	18.0	-	14.0	-	11.0	-	17.46	15	245
D 2	-	17.3	18.7	18.0	-	-	-	12.5	-	17.33	12	208
D 3	16.0	18.5	19.0	20.5	17.0	-	-	-	-	18.72	11	206
Av.	17.7	18.2	19.0	19.2	17.0	14.0	-	11.7	-	17.35	12.7	220
E 1	16.0	19.0	19.0	11.0	15.0	-	-	-	-	17.03	9	153
E 2	17.0	17.2	18.5	19.0	-	-	-	-	-	17.90	10	179
E 3	-	17.5	16.8	20.0	-	-	-	-	-	18.40	10	184
Av.	16.3	17.5	18.5	17.5	15.0	-	-	-	-	17.82	9.7	172
F 1	20.0	19.1	20.5	18.9	17.5	-	-	-	-	19.19	22	422
F 2	20.0	19.3	19.7	18.8	18.5	-	-	-	-	19.25	18	347
F 3	19.0	19.1	20.8	17.4	-	-	-	-	-	19.35	23	445
Av.	19.7	19.2	20.4	18.3	18.0	-	-	-	-	19.26	21.0	405
G 1	20.0	19.7	19.8	18.2	-	-	-	-	-	19.40	22	427
G 2	20.0	19.6	19.0	16.3	13.0	-	-	-	-	17.85	21	375
G 3	-	18.6	20.4	18.0	18.3	-	-	-	-	18.75	22	413
Av.	20.0	19.4	19.9	17.3	17.0	-	-	-	-	18.69	21.7	405



第 四 表 (IV) 出穗期別一畝花當粒數

(Average Number of Grains per Spikelets of different Date of Heading)

		IV				V					Av.
		11-15	16-20	21-25	26-30	1-5	6-10	11-15	16-20	21-	
A	1	3.68	3.41	3.04	3.00	—	—	—	—	—	3.19
	2	3.49	3.22	3.25	—	1.98	1.65	—	—	—	2.94
	3	3.48	3.59	3.45	2.47	2.15	—	1.05	—	—	2.94
	Av.	3.53	3.36	3.21	2.80	2.06	1.65	1.05	—	—	3.03
B	1	3.54	3.44	3.20	3.28	—	1.25	1.39	0.85	0.30	2.67
	2	3.37	3.18	2.89	2.22	1.50	—	—	—	—	2.73
	3	3.59	3.34	3.32	—	1.97	1.07	—	—	—	2.98
	Av.	3.52	3.30	3.15	2.24	1.77	1.25	1.32	0.85	0.30	2.78
C	1	3.48	2.99	2.47	2.27	1.50	—	—	—	—	2.54
	2	—	3.16	2.91	2.08	1.64	—	—	—	—	2.54
	3	—	3.48	3.39	2.49	1.81	1.88	—	—	—	2.98
	Av.	3.48	3.15	2.97	2.33	1.65	1.88	—	—	—	2.65
D	1	3.35	3.18	3.02	2.22	—	1.86	—	1.50	—	2.84
	2	—	2.70	2.40	1.89	—	—	—	0.92	—	2.31
	3	3.08	3.46	3.25	2.52	1.78	—	—	—	—	3.02
	Av.	3.31	3.09	2.86	2.31	1.78	1.86	—	1.19	—	2.59
E	1	3.88	3.18	3.18	2.72	1.93	—	—	—	—	3.17
	2	3.47	3.18	3.12	2.11	—	—	—	—	—	3.07
	3	—	3.46	3.10	2.22	—	—	—	—	—	2.98
	Av.	3.74	3.24	3.12	2.27	1.93	—	—	—	—	3.06
F	1	3.30	3.00	2.33	1.59	0.97	—	—	—	—	2.21
	2	3.25	3.10	3.16	2.11	1.24	—	—	—	—	2.26
	3	3.05	2.92	2.37	1.70	—	—	—	—	—	2.32
	Av.	3.20	3.00	2.53	1.65	1.11	—	—	—	—	2.36
G	1	3.15	2.88	2.02	1.48	—	—	—	—	—	2.41
	2	2.85	2.80	2.37	1.52	1.08	—	—	—	—	2.20
	3	—	3.16	2.80	1.74	1.12	—	—	—	—	2.37
	Av.	3.05	2.94	2.41	1.59	1.11	—	—	—	—	2.33

第二層以下の肥料が晩き分蘖を促し、5月に入て出る此等の稈の穂の蠶花数の著しく少ないことは上述の如くである。斯くして第二層以下の肥料は一穂の蠶花数の變異を大ならしめ其の平均値を小ならしめてゐる。表層のみに少量に施肥した區の第二層以下にも施肥した區に比して、正常の穂の蠶花数は寧ろ小なるにも拘らず、全平均に於て寧ろ大なるのは斯る理由に因るものである。

斯くして一株の總蠶花數も、全施肥量が同じなれば、其の全部を表層に施した時、又表層の施肥量が同じなれば、更に第二層以下にも施肥した時多くなつてゐる。併し此の場合にも第三層以下の肥料や水濕はまだ殆ど影響がない。

#### 一 蠶花當の結實粒數

出穂期別一蠶花當の結實粒數を第四表に示す。

一蠶花當の結實粒數は出穂期の後れるに従ひ減少するが、而も4月25日以後のものより其の減少は急激になる。而して表層に肥料を多施して多數の蠶花を有つ穂を形成した區は表層の施肥量少く穂の寧ろ小なりし區に比して遙に少ない。又表層にのみ少量に施肥したE區は後れ穂のない爲、全平均の一蠶花當の結實粒數は却て多くなつてゐる。

#### 一 穂及び一株の結實粒數

出穂期別一穂の結實粒數を第五表に示す。

一穂の結實粒數は一蠶花當の結實粒數と同じく、出穂期の晩れに従て少くなつてゐるが、4月26日以後出穂のものから其の減少は殊に著しくなつてゐる。而して之を各區の間で比較するに、4月20日迄に出穂したものでは各區の間に殆ど差がないが、21日以後に出穂したものに於ては、表層に肥料を多施した區が然らざるものに比し著しく少なくなつてゐる。表層にのみ少量に施肥したE區が後れ穂の少ない爲、一穂の粒數の變異小に、其の平均値の大なるは當然である。

若し完全花の數が結實粒數を決定する唯一の原因ださすれば、試験區間に於て蠶花數の多いもの、一蠶花當の結實粒數の少ないのは、同じ數だけの蠶花に於ては完全花の數は同じでも、多かつただけの蠶花は寧ろ小にして少しか花を有たなかつたか、或は蠶花が多く形成された爲一般に一蠶花當の花數が少くなつたかに原因するものも考へねばならぬ。斯る觀點より一穂の蠶花數と結實數とを對照して見る。一穂の結實數に差のない4月20日迄に出穂した穂に就て見るに、表層の施肥量の多い區のものは少い區のものに比し、其の蠶花數は1乃至2多

第五表 (V) 出穂期別一穂の結實粒數

(Average Number of Grains per Spike of different Date of Heading)

	IV				V					Av.	穂數	總粒數	
	11-15	16-20	21-25	26-30	1-5	6-10	11-15	16-20	21-				
A	1	65.5	58.0	57.2	54.0	—	—	—	—	—	58.6	10	586
	2	61.0	58.0	62.8	—	31.6	23.0	—	—	—	52.4	14	733
	3	55.5	62.5	63.8	47.0	32.3	—	12.0	—	—	49.7	13	647
	Av.	60.7	59.8	60.8	50.5	32.0	23.0	12.0	—	—	53.2	12.7	655
B	1	62.0	62.7	59.7	41.0	—	15.0	15.3	10.0	3.0	41.8	16	669
	2	64.0	58.3	56.7	41.0	25.5	—	—	—	—	51.2	14	712
	3	61.0	56.7	64.4	—	30.3	—	15.0	—	—	51.4	14	720
	Av.	62.0	59.2	60.9	41.0	28.4	15.0	15.2	10.0	3.0	47.7	14.7	702
C	1	66.0	57.3	50.3	42.3	24.0	—	—	—	—	48.6	17	826
	2	—	56.8	57.8	37.5	30.2	—	—	—	—	47.2	17	807
	3	—	60.3	62.6	46.0	29.0	32.0	—	—	—	53.9	12	647
	Av.	66.0	58.2	58.0	42.0	28.0	32.0	—	—	—	49.6	15.3	760
D	1	62.0	58.7	60.2	40.0	—	26.0	—	16.5	—	49.8	15	699
	2	—	47.7	45.2	34.0	—	—	—	11.5	—	40.0	12	480
	3	52.0	64.0	61.8	52.0	32.0	—	—	—	—	56.7	11	623
	Av.	58.6	56.2	54.6	44.5	30.0	26.0	—	14.0	—	48.8	12.7	601
E	1	62.0	60.5	60.3	30.0	29.0	—	—	—	—	53.9	9	485
	2	59.0	54.7	57.7	40.0	—	—	—	—	—	54.9	10	549
	3	—	60.5	55.1	44.5	—	—	—	—	—	54.8	10	548
	Av.	61.0	57.6	57.8	39.7	29.0	—	—	—	—	54.6	9.7	527
F	1	66.0	57.3	47.8	30.1	17.0	—	—	—	—	42.3	22	933
	2	65.0	59.9	60.6	35.8	23.0	—	—	—	—	49.7	18	895
	3	58.0	55.9	49.3	26.2	—	—	—	—	—	44.9	23	1031
	Av.	63.0	57.5	51.8	30.9	20.0	—	—	—	—	45.3	21.0	953
G	1	63.0	56.9	40.0	27.0	—	—	—	—	—	46.8	22	1030
	2	57.0	55.0	45.0	24.9	14.0	—	—	—	—	39.2	21	825
	3	—	58.7	57.2	31.3	20.7	—	—	—	—	44.3	22	978
	Av.	61.0	56.8	47.2	27.5	19.0	—	—	—	—	43.6	21.7	944

い。更に 21 日以後に出穂したものでは、一穂の蠡花数には大差なきも、結實粒数は 10 乃至 20 粒も少なくなつてゐる。斯る事實から推して見るに、若し完全花の数が結實数を決定する唯一の原因ださすれば、表層に施肥量多く、多数の穂を有た區に於ては蠡花数は寧ろ多くとも、各蠡花の完全花の数は少なかつたといふことになる。併し開花乃至成熟初期に於ける榮養の良否が結實歩合に影響すべきことも考へられぬことではない。即ち表層の施肥量多き區は第二層以下に肥料を缺ける爲、葉の成育が良かつたゞけ此の期の榮養が衰へて結實数が割合に少なくなつたといふのである。併し第二層以下に施肥せずとも表層の施肥量の少なかりし E 區の、一蠡花當、從て一穂當の結實粒数の第二層以下にも施肥した區に比し少くなつたことは、寧ろ第一の想像の正しかるべきを語てゐるかのやうでもある。即ち分蘗数の多いことは即ち分蘗位高き蘗子の多いことである。蠡花数の決定される時期には各蘗子は未だ短く、穂の形成に要する養分量も未だ少い。從て各蘗子間に養分の分配されるに當て相互の爭奪はさほご激しくない。斯くして正常の時期に形成された蘗子の間では蠡花数の變異は小に、寧ろ植物全體の榮養状態によつて決定されるが故に、表層の施肥量が主なる決定要因となつて、一株の蠡花の總数は寧ろ表層の施肥量に比例することになる。然るに花の形成の終るのは出穂前程なき頃なるが故に、稈や穂の成長は速にして之に要する養分量は多く、一植物の各稈の間に養分の爭奪も激しくなる。此に於てか完全花の数の決定には其等の分蘗位が主なる要因となつて、分蘗による結實粒数の差は大となり、多く分蘗したものは分蘗位低きものも其の結實粒数は割合に少いことになる。

併し一株全體の結實数は穂数によつて動かされることが最も著しい。從て之は同じ施肥量なれば全部が表層に施された時、表層の施肥量が同じなれば第二層以下にも施肥された時多くなつてゐる。但此の場合でも第三層以下の土壤状態の影響は殆ど認められない。

### 種實充實の良否

出穂期別の種實千粒重量を第六表に示す。

種實の千粒重量も亦出穂期の晚れるに從て軽くなつてゐるが、5 月 6 日以後のものに於て其の減少は殊に著しい。而して之は主として第二層以下の肥料によつて決定せらるゝものの如く、第二層以下の肥料の有無によつて明なる輕重の差を示してゐる。而も其の差は 4 月中に出穂したものゝ間では出穂期の晚るるに從て著しき傾がある。即ち既述の如き理由により分蘗位が一要因たることを示すものゝやうである。而して第二層以下に施肥した區の後れ穂が表層に肥料を多施した區の或るものに比し必ずしも其の分蘗位は高からざるにも拘らず、

第六表 (VI) 出穗期別種實千粒重量 單位:瓦  
(Weight of 1000 grains for different Date of Heading)

Unit: gr.

	IV				V					Av.	
	11-15	16-20	21-25	26-30	1-5	6-10	11-15	16-20	21-		
A	1	40.0	45.4	41.9	40.9	—	—	—	—	—	41.50
	2	40.2	38.5	37.1	—	25.7	19.5	—	—	—	35.80
	3	44.7	38.5	37.4	37.5	35.7	—	10.0	—	—	38.20
	Av.	41.8	39.8	38.8	39.3	30.7	19.5	10.0	—	—	38.21
B	1	39.2	38.8	36.7	37.7	—	18.2	14.8	17.0	10.0	36.00
	2	41.4	40.3	39.5	38.0	34.1	—	—	—	—	39.40
	3	39.4	35.8	36.2	—	31.9	—	11.3	—	—	35.35
	Av.	39.7	38.8	37.2	38.0	32.6	18.2	13.9	17.0	10.0	36.98
C	1	37.3	35.7	34.4	31.8	30.0	—	—	—	—	34.68
	2	—	39.6	37.6	32.1	36.8	—	—	—	—	36.68
	3	—	41.6	38.1	37.7	39.6	2.60	—	—	—	38.56
	Av.	37.3	38.3	37.2	33.7	35.2	2.60	—	—	—	36.46
D	1	38.4	38.1	36.8	31.0	—	2.17	—	2.03	—	35.87
	2	—	45.3	40.8	36.5	—	—	—	0.70	—	39.40
	3	40.4	34.2	35.4	34.7	32.0	—	—	—	—	35.30
	Av.	39.0	39.0	37.6	34.2	32.0	2.17	—	14.8	—	36.64
E	1	37.1	34.6	34.0	35.3	24.5	—	—	—	—	34.70
	2	37.1	33.7	32.0	31.7	—	—	—	—	—	33.25
	3	—	39.3	34.5	31.8	—	—	—	—	—	35.25
	Av.	37.1	35.3	33.6	32.4	24.5	—	—	—	—	34.22
F	1	38.2	36.3	32.9	32.4	28.5	—	—	—	—	34.50
	2	37.7	36.6	35.0	32.9	32.6	—	—	—	—	35.20
	3	33.9	33.6	29.8	26.9	—	—	—	—	—	30.90
	Av.	36.3	35.5	32.2	30.6	30.9	—	—	—	—	33.60
G	1	36.6	33.8	31.3	29.8	—	—	—	—	—	33.00
	2	40.5	34.2	31.5	30.6	26.4	—	—	—	—	32.95
	3	—	34.8	31.3	28.1	27.1	—	—	—	—	31.25
	Av.	36.7	34.2	31.3	29.2	27.0	—	—	—	—	32.34

穂の小なるのみならず粒の甚だしく軽きは、其の形成が甚だしく後れて母稈よりの養分の配給不十分に、而も自己の節根は肥料の消耗された第一層にしか發達し得ざりしここに因るものであらう。

尙餘り明ではないが、第三層以下の肥料が種實の充實には多少の影響を與へてゐるやうでもある。

粒質は竹崎氏考案の檢定器を用て全部の粒に就て調査したが、其の硝子質歩合は略々千粒重の大小と平行してゐる。之は粒の蛋白含量多きを示すものといふべく、第二層以下の施肥量が種實充實の良否を決定する主なる要因たるも當然である。何となれば後述するが如く成熟期に於ては第一層に於ける根の作用は寧ろ衰へて第二層以下に於て盛であるからである。併し第二層以下の肥料は單に種實の窒素含量を高めただけではない。之による栄養の可良は植物をして長く綠色を保たしめて其の同化作用を續けしめ、以て炭水化物の量をも多からしめたのである。此の事實は後に述べる如く此等の區に於て成熟期の蒸散量の割合に多かつたことが證明してゐるし、實際又成熟期の蒸散量を出穂期の夫の比率で表はしたものは種實の千粒重と平行してゐることも認められる。

## 收 量

以上の事實を要約し且收量を示したものが第七表である。

表層に肥料を多施し第二層以下に之を缺いた F 及び G の兩區に於ては、早く多く分蘖し、一穂の蠶花數も亦多かつたが、一蠶花當の結實數は少く、之が爲に一穂當の粒數は少く、種實の充實亦寧ろ不良なりしも、穂數の著しく多き爲、種實の收量は最も多かつた。而して全部を原肥とした F 區と一部を追肥とした G 區との間に於ては、晩く分蘖するもの、多少及び種實の充實の上に多少の差が認められないではないが、大體に於て殆ど差が認め難い。

表層の施肥量少く、而も第二層以下にも之を缺いた E 區に於ては、表層の施肥量同一にして第二層以下にも施肥した A, B, C 及び D 等に比し、初期の分蘖には殆ど差なかりしも、晩く分蘖するものなく、爲に最後の穂數は少く、其の代り一穂の蠶花數及び一蠶花當の結實粒數は最も多かつたが、種實の充實不良にして、最後の收量は最も少なかつた。

表層の施肥量少く第二層以下にも施肥した A, B, C 及び D の各區に於ては、三月中旬以後に至りて初めて第二層以下の肥料の影響を現はし、晩く迄分蘖を續け、一穂の蠶花數は寧ろ少なかつたが、一蠶花當の結實粒數は寧ろ多く、從て一穂の粒數も少くなく、其の充實は最も

第 七 表 (VII)

收 量 (Yield)

	穗 數 No. of ears	一 穗		一 粒 花 數 No. of grains par spikelet	總 花 數 Total no. of spikelets	總 粒 數 Total no. of grains	全 收 量 Total(T) wt. of plant gm.	粒 收 量 Wt.(G) of grains gm.	G/T×100 %	千 粒 量 Wt. of 1000 grains gm.	粉 步 狀 質 合 % age of mealy grains %
		花 數 No. of spikelets per ear	粒 數 No. of grains per ear								
A (4,4,6,0)	I	10	18.40	58.6	3.19	184	586	49.80	24.29	41.50	0.34
	2	14	17.79	52.4	2.94	249	733	57.95	26.23	35.80	1.09
	3	13	16.70	49.7	2.94	217	647	51.80	24.61	38.20	1.09
	M.	12.3	17.54	53.2	3.03	217	655	53.18	25.04	47.2	38.20
B (4,4,6 <sub>w</sub> ,0 <sub>w</sub> )	I	16	15.65	41.8	2.67	250	669	51.20	24.03	36.00	1.06
	2	14	18.70	51.2	2.73	262	717	61.90	28.26	39.40	1.41
	3	14	17.29	51.4	2.98	242	720	53.40	25.44	35.35	1.40
	M.	14.7	17.13	47.7	2.78	251	702	55.50	25.91	46.7	36.98
C (4,4,0,0)	I	17	19.10	48.6	2.54	325	826	66.60	28.52	34.68	1.73
	2	17	18.80	47.2	2.54	321	807	70.22	29.99	36.68	1.88
	3	12	17.92	53.9	3.00	215	647	53.40	25.66	38.56	1.87
	M.	15.3	18.66	49.6	2.65	287	760	63.54	27.86	43.8	36.46

	I	15	17.46	49.8	2.84	245	699	57.96	25.14	43.3	35.87	0.72
D	2	12	17.33	42.0	2.31	208	480	39.40	18.91	48.0	39.40	0.21
(4,4,0 <sub>w</sub> ,0 <sub>w</sub> )	3	11	18.72	56.7	3.02	206	623		22.01		35.30	0.65
	M.	12.7	17.35	48.8	2.59	220	601		22.02		36.64	0.56
<hr/>												
	I	9	17.03	53.9	3.17	153	485	39.49	16.83		34.70	2.53
E	2	10	17.90	54.9	3.07	179	549	43.60	18.25		33.25	4.95
(4,0,0,0)	3	10	18.40	54.8	2.98	184	548	45.27	19.33		35.25	4.95
	M.	9.7	17.82	54.6	3.06	172	527	42.79	18.14	42.4	34.40	4.37
<hr/>												
	I	22	19.19	42.3	2.21	422	933	77.14	32.20		34.50	2.58
F	2	18	19.25	49.7	2.26	347	895	75.28	31.51		35.20	2.24
(8,0,0,0)	3	23	19.35	44.9	2.32	445	1031	83.04	31.94		30.90	3.30
	M.	21.0	19.26	45.3	2.36	405	953	78.49	31.88	40.7	33.53	2.74
<hr/>												
	I	22	19.40	46.8	2.41	427	1030		33.97		33.00	3.51
G	2	21	17.85	39.2	2.20	375	825		27.44		32.95	3.77
(4, 2, 0,0,0) 2,	3	22	18.75	44.3	2.37	413	978	80.40	30.74		31.25	11.32
	M.	21.7	18.69	43.6	2.33	405	944		30.72		32.40	6.13



第八表 (VIII)

土壤の各層に發達せる根の量 單位 (Unit): gm.

(Amount of Roots in Different Soil Layers)

試驗區 Plat	土壤の層 Soil layer	I	II	III	III	計
		cm. 0—20 cm. (20)	20—40 (20)	40—70 (30)	70—100 (30)	Total (100)
A (4,4,6,0)	1	1.127	0.343	0.200	0.0	1.670
	2	1.076	0.559	0.054	0.0	1.689
	3	1.002	0.423	0.024	0.0	1.449
B (4,4,6 <sub>w</sub> ,0 <sub>w</sub> )	1	1.769	0.405	0.111	0.0	2.285
	2	1.508	0.505	0.152	0.0	2.165
	3	1.056	0.352	0.023	0.0	1.431
C (4,4,0,0)	1	1.069	0.325	0.108	0.0	1.502
	2	1.455	0.647	0.051	0.0	2.153
	3	1.458	0.426	0.075	0.005	1.964
D (4,4,0 <sub>w</sub> ,0 <sub>w</sub> )	1	1.330	0.551	0.063	0.004	1.948
	2	1.097	0.276	0.040	0.0	1.413
	3	0.755	0.097	0.008	0.0	0.860
E (4,0,0,0)	1	1.418	0.140	0.066	0.0	1.633
	2	1.134	0.133	0.064	0.0	1.331
	3	1.043	0.115	0.057	0.0	1.215
F (8,0,0,0)	1	1.179	0.282	0.105	0.0	1.566
	2	2.246	0.463	0.019	0.0	2.728
	3	2.204	0.327	0.069	0.0	2.600
G (4, 2, 0,0,0) 2,	1	1.188	0.200	0.074	0.0	1.462
	2	1.631	0.201	0.032	0.0	1.864
	3	1.994	0.314	0.044	0.0	2.352

良好にして、最後の収量は肥料の全量を表層に施した F 及び G 区よりは少なかつたが、第二層に肥料を缺いた E 区よりは遙に多かつた。而して第三層以下の肥料及び水濕の影響は殆ど認め難かつた。

### 土壤の各層に於ける根の發達

地上部の收穫後圓筒を開いて各層に發達せる根の量を測定した。但細微の土粒を去るこゝ困難なりし爲、乾物量を測定せる後焼却し、其の消失量を以て根の量となし、之を第八表に示した。

稻の根に比して著しく繊弱なる小麦の根はパラフィンの層を通過するのに多少の困難あるものゝ如く、パラフィン層の所で多少迂曲して通過してゐるものが認められた。此等に原因するものか、各層に發達せる根の量に關しては、陸稻の場合ほど明なことはいひ得ないが、次の事實は略々認め得る様である。

表層より深層に向て根の量は漸次減少し、第四層に於ては極めて僅少なものになつて了てゐる。蓋し吸水量の上から考察して、種子根の主根は此の層迄達したであらうが、節根には殆ど達するものがなかつたからであらう。此の點陸稻に比し遙に淺根性だと言ひ得る。

各試験區の間に於て夫々の層に發達せる根の量を比較するに、略々施肥量に平行してゐるこゝが認められるが、第三層以下では此の關係は明でない。

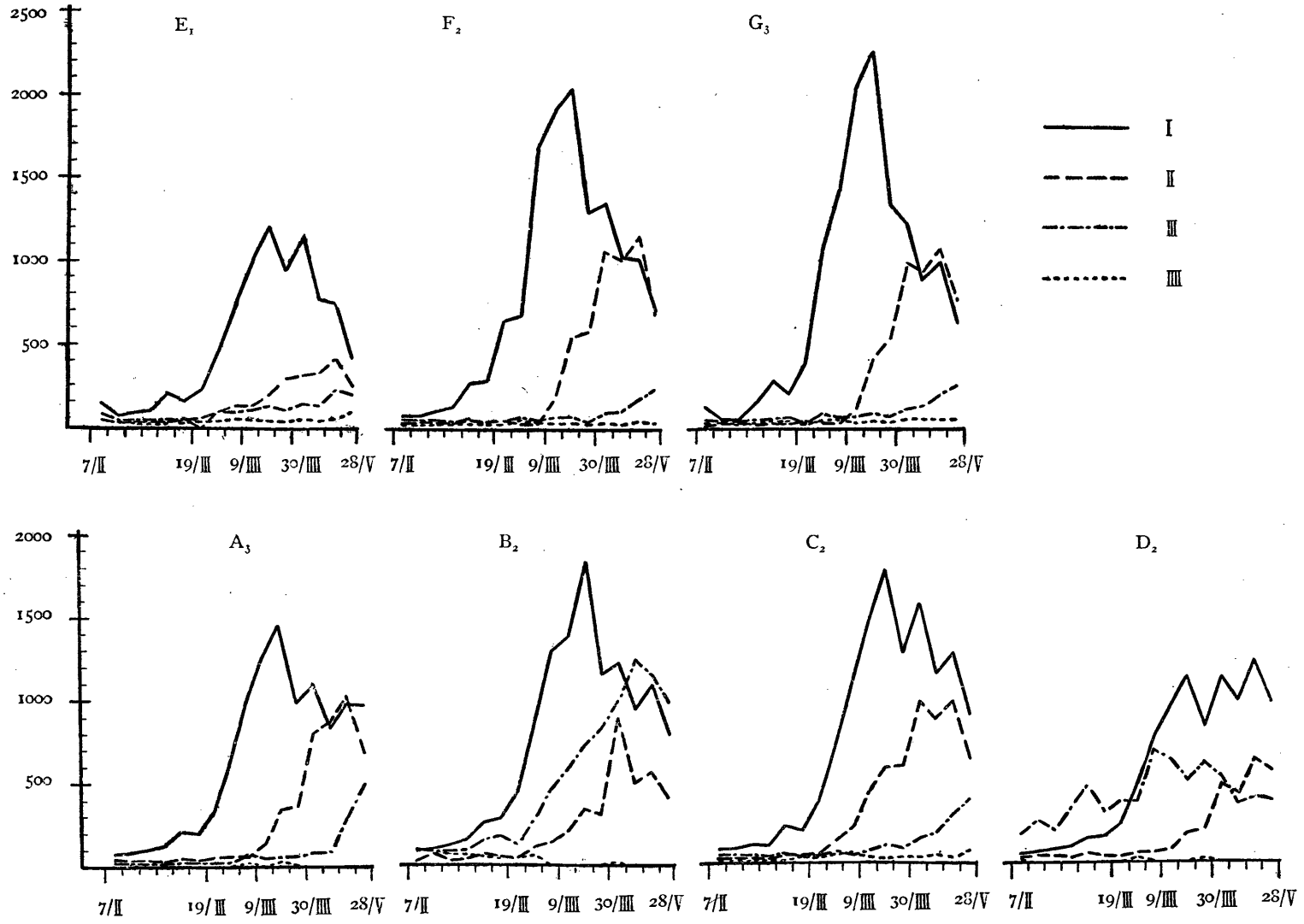
分蘖と各層に於ける根の量との關係は陸稻の場合の如く明なことは認め難い。

### 土壤の各層よりの吸水量

植物の成長に伴ふ土壤の各層よりの毎週の吸水量の變化を第一圖に、全成育期間を適當に區分した各期の吸水量を第九表に示す。

各期に於ける吸水量の全量は植物の成長に伴ひ漸次増加するが、3月下旬伸長期に入て其の増加は急激になり、4月17日、5月1日及び5月15日の夫々に初まる週に於て三回の最高を示し、爾後漸減してゐる。而して第二層以下にも施肥した A, B, C 及び D 區に於ては第三回のものが眞の最高であるのに對し、第二層以下に肥料を缺く E, F 及び G 區に於ては第一回のものが眞の最高になつてゐる。前者に於て晩く分蘖し従て晩く出穂した程の長く綠色を保ち蒸散を續けたこゝが此事實の主原因であつたこゝはいふ迄もない。

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



全吸水量を構成する各層よりの吸水量の變化は層の深淺により趣を異にし、各層かなり著しく異なつた時期に其の急激なる増加を開始し、又其の最高を示してゐる。此の點陸稻は大部分趣を異にする所で、陸稻でも同じ傾向がないではないが、急激なる増加を開始したり、最高の現はれたりする時期の層の深淺による差が小麦の如く甚だしくない。

第一層よりの吸水量は3月初旬より稍々著しき増加を開始する。之は恰も節根の表層に於ける發達が著しくなる時期である。爾後其の増加は急激になつて全吸水量の第一回の最高を同じうして4月17日に初まる週、即ち出穂最盛期の頃に其の最高を示すが、其の後はかなり急激に減少する。蓋し出穂期頃迄は其の數を増し、且成長して其の吸收面積を増加して來た節根が、第一層に於ては其の増加が緩漫となり、其の機能も急に衰へることを示すものであらう。第二層からの吸水量は第一層のものより余程後れて増加を開始する。此の急激なる増加を初める時期は個體により多少の遲速はあるが、略々三四月の交である。之は伸長期の半頃より節根の深層への發達を示すもので、根の發達に關して直接觀察した所をも、又既述の分蘖の模様によつての觀察をも略々一致してゐる。其の最高は概ね全吸水量の第二及び第三回の最高を同じうして二回現はれるが、後の最高が眞の最高であるのが寧ろ普通である。而して此の時期に於ては屢々第一層の吸水量を凌駕し、成熟期に於ては第二層に於ける根の作用の最も盛にして、結實の良否に對して此の層の養分の最も重要な要因をなすことの當然なるを示してゐる。表層にのみ少量に施肥され成育の最も劣たE區の植物は第二層に根を發達せしむることも少なくなつたが、其の吸水量も亦割合に少なくなつた。斯る事實は陸稻の場合にも認められたことであつた。

各層の水濕の同一の場合、即ちA、C、E、F及Gの五區に於ては第三層からの吸水の盛になるのは第二層より更に約一ヶ月後れて四五月の交からで、其の最高は殆ど收穫期になつてゐる。而も其の量は極めて少く、第三層の肥料の成育に對して殆ど無影響なることの當然なるを物語てゐる。同じ場合第四層の吸水は全期を通じて殆ど増加してゐない。蓋し成育の初期に於て種子根の主根は此の層に達して吸水するが、節根は終に此の層に達せないからであらう。此等の事實は小麦の陸稻に比して淺根性なることを十分物語てゐるものである。

第三及び第四層の水濕を特に多くしたB及びDの兩區に於て第三層からの吸水は特に多いが第四層からのものは極めて微々たるもので、やはり此の層に殆ど根の發達しなかつたことを示してゐる。而して此の兩區の内D區の方は故障もあつて第三層の吸水に關して明なる事實を擲み得ないが、B區に於ては第三層からの吸水は第二層からのものと略々時を同じう

第九表 (IX)

(Amount of Water Absorbed from

期間	土壤の層 Period Soil layer	A (4, 4, 6, 0)			B (4, 4, 6 <sub>w</sub> , 0 <sub>w</sub> )		
		I	2	3	I	2	3
分蘗期 7/II-19/III (42日 days)	I	739(59.8)	906(62.6)	795(65.8)	744(36.3)	967(45.3)	762(32.4)
	II	198(16.0)	223(15.4)	218(18.1)	177( 8.6)	230(10.8)	129( 5.5)
	III	169(16.1)	193(13.3)	151(12.5)	902(44.1)	638(29.9)	1082(46.1)
	III	100( 8.1)	125( 8.7)	45( 3.6)	222(11.0)	300(14.0)	376(16.0)
	S	1236	1447	1209	2045	2135	2349
伸長期 20/III-9/IV (21日 days)	I	1799(75.7)	2230(83.8)	1906(87.2)	1956(55.6)	2561(68.4)	1804(62.4)
	II	382(16.1)	247( 9.3)	154( 7.0)	165( 4.7)	262( 7.0)	115( 4.0)
	III	126( 5.3)	122( 4.6)	110( 5.0)	1373(39.0)	825(22.0)	847(29.3)
	III	71( 2.9)	61( 2.3)	17( 0.8)	23( 0.6)	66( 2.6)	127( 4.3)
	S	2378	2660	2187	3517	3744	2893
出穂期 10/III-30/III (21日 days)	I	2789(62.2)	4261(76.9)	3645(78.6)	3326(47.1)	4301(59.5)	3428(60.1)
	II	1405(31.3)	1069(19.3)	826(17.8)	960(13.6)	826(11.4)	796(14.0)
	III	229( 5.1)	184( 3.3)	144( 3.1)	2776(39.3)	2101(29.1)	1363(23.9)
	III	61( 1.4)	29( 0.5)	22( 0.5)	0( 0.0)	0( 0.0)	113( 2.0)
	S	4484	5543	4637	7062	7228	5700
成熟期 1/V-28/V (28日 days)	I	2634(39.3)	3982(45.9)	3829(47.4)	3457(34.9)	3978(37.5)	4230(42.5)
	II	2666(39.8)	3743(43.1)	3327(41.2)	2149(21.7)	2317(21.8)	1881(18.9)
	III	1375(20.5)	958(11.0)	926(11.4)	4189(42.2)	4305(40.5)	3632(36.5)
	III	22( 0.4)	0( 0.0)	0( 0.0)	120( 1.2)	20( 0.2)	217( 2.1)
	S	6697	8683	8082	9915	10620	9960
計 (112日 days)	I	7961(53.8)	11379(62.1)	10175(63.1)	9483(42.1)	11807(49.8)	10224(48.9)
	II	4651(31.4)	5282(28.8)	4525(28.1)	3451(15.3)	3635(15.3)	2921(14.0)
	III	1929(13.0)	1457( 7.9)	1331( 8.3)	9240(41.0)	7869(33.2)	6924(33.1)
	III	254( 1.8)	215( 1.2)	84( 0.5)	365( 1.6)	416( 1.7)	833( 4.0)
	S	14795	18333	16115	22539	23727	20902

土壤の各層よりの吸水量

Different Soil Layers)

C (4, 4, 0, 0)			D (4, 4, 0 <sub>w</sub> , 0 <sub>w</sub> )		
1	2	3	1	2	3
1162(67.0)	806(55.7)	935(70.8)	983(45.1)	576(26.4)	838(32.6)
47( 2.7)	188(12.9)	130( 9.8)	152( 7.0)	208( 9.5)	121( 4.7)
325(18.7)	278(19.1)	131( 9.9)	960(44.1)	1373(62.9)	1608(62.6)
201(11.6)	185(12.7)	125( 9.5)	84( 3.9)	27( 1.2)	0( 0.0)
<b>1735</b>	<b>1457</b>	<b>1321</b>	<b>2179</b>	<b>2184</b>	<b>2567</b>
2590(75.0)	2158(75.7)	1959(82.8)	2354(80.4)	1442(48.1)	1967(55.2)
559(16.2)	404(14.2)	148( 6.3)	328(11.2)	133( 4.4)	87( 2.4)
178( 5.2)	157( 5.5)	176( 7.4)	142( 4.8)	1394(46.5)	1508(42.3)
125( 3.6)	133( 4.7)	82( 3.5)	105( 3.6)	28( 0.9)	0( 0.0)
<b>3452</b>	<b>2852</b>	<b>2365</b>	<b>2929</b>	<b>2997</b>	<b>3562</b>
4010(63.2)	4469(70.0)	3596(70.2)	3565(55.6)	2832(56.7)	3580(56.8)
1835(28.9)	1560(24.6)	1148(22.4)	1569(24.5)	446( 8.9)	656(10.4)
397( 6.3)	261( 4.1)	234( 5.7)	1070(16.7)	1696(34.0)	2062(32.7)
101( 1.6)	88( 1.4)	88( 1.7)	204( 3.2)	17( 0.3)	0( 0.0)
<b>6343</b>	<b>6387</b>	<b>5126</b>	<b>6408</b>	<b>4991</b>	<b>6298</b>
3739(43.5)	4818(51.3)	3626(47.1)	4262(48.6)	4230(56.3)	3266(39.3)
2982(34.7)	3412(36.3)	2904(37.8)	2989(34.1)	2036(27.1)	2414(29.0)
1651(19.2)	995(10.6)	990(12.9)	917(10.5)	1245(16.6)	2633(31.7)
229( 2.7)	171( 1.8)	171( 2.2)	593( 6.8)	0( 0.0)	0( 0.0)
<b>8601</b>	<b>9396</b>	<b>7691</b>	<b>8761</b>	<b>7511</b>	<b>8313</b>
11501(57.1)	12251(61.0)	10116(61.3)	11164(55.1)	9080(51.3)	9651(46.5)
5423(26.9)	5573(27.7)	4330(26.2)	5038(24.8)	2823(16.0)	3278(15.8)
2551(12.7)	1691( 8.4)	1591( 9.6)	3089(15.2)	5708(32.3)	7811(37.7)
656( 3.3)	577( 2.9)	466( 2.8)	986( 4.9)	72( 0.4)	0( 0.0)
<b>20131</b>	<b>20092</b>	<b>16503</b>	<b>20277</b>	<b>17683</b>	<b>20740</b>

期 間	土壤の層	E (4, 0, 0, 0)			F (8, 0, 0, 0)		
		I	2	3	I	2	3
分蘗期 7/II—19/III (42日 days)	I	762(51.5)	756(56.1)	795(54.2)	1006(64.4)	916(57.3)	1038(64.5)
	II	225(15.2)	167(12.4)	193(13.2)	88 <sup>A</sup> (5.6)	225(14.1)	189(11.7)
	III	297(20.1)	268(19.9)	370(25.2)	350(22.4)	282(17.6)	321(20.0)
	IIII	195(13.2)	157(11.6)	108( 7.4)	119( 7.6)	177(11.1)	61( 3.8)
	S	1479	1348	1466	1563	1600	1609
伸長期 20/III—9/III (21日 days)	I	1419(71.0)	1855(82.5)	2022(77.8)	2926(82.9)	2987(89.1)	3271(86.9)
	II	270(13.5)	145( 6.5)	248( 9.5)	315( 8.9)	107( 3.2)	222( 5.9)
	III	183( 9.2)	165( 7.3)	218( 8.4)	206( 5.8)	151( 4.5)	208( 5.5)
	IIII	126( 6.3)	83( 3.7)	111( 4.3)	83( 2.4)	106( 3.2)	65( 1.7)
	S	1998	2248	2599	3530	3351	3766
出穂期 10/III—30/III (21日 days)	I	3164(74.7)	3557(79.3)	4400(89.3)	4587(62.8)	5208(77.2)	5191(71.2)
	II	619(14.6)	719(16.0)	243( 4.9)	2370(32.4)	1286(19.1)	1766(24.2)
	III	341( 8.1)	132( 2.9)	218( 4.4)	239( 3.3)	156( 2.3)	267( 3.7)
	IIII	110( 2.6)	75( 1.7)	64( 1.3)	109( 1.5)	95( 1.4)	66( 0.9)
	S	4234	4483	4925	7305	6745	7290
成熟期 1/V—28/V (28日 days)	I	3070(57.6)	3287(54.4)	4141(69.1)	3393(36.2)	4057(46.8)	4288(54.2)
	II	1309(24.6)	2081(34.5)	1260(21.0)	5134(54.8)	3893(44.9)	2935(37.2)
	III	712(13.4)	640(10.6)	445( 7.4)	742( 7.9)	574( 6.6)	596( 7.5)
	IIII	239( 4.4)	32( 0.5)	151( 2.5)	105( 1.1)	138( 1.6)	89( 1.1)
	S	5330	6040	5992	9374	8662	7908
計 (112日 days)	I	8415(64.5)	9455(67.0)	11358(75.8)	11912(54.7)	13168(64.7)	13788(67.0)
	II	2423(18.6)	3112(22.0)	1944(13.0)	7907(36.3)	5511(27.1)	5112(24.8)
	III	1533(11.8)	1205( 8.5)	1256( 8.4)	1537( 7.1)	1163( 5.7)	1392( 6.8)
	IIII	670( 5.1)	347( 2.5)	434( 2.9)	416( 1.9)	516( 2.5)	281( 1.4)
	S	13041	14119	14992	21772	20358	20573

$G \left( \begin{smallmatrix} 4 \\ 2, 0, 0, 0 \\ 2 \end{smallmatrix} \right)$		
1	2	3
1241(61.2)	857(55.8)	875(55.3)
238(11.7)	228(14.8)	163(10.3)
434(21.4)	282(18.3)	324(20.4)
115( 5.7)	170(11.1)	221(14.0)
<b>2028</b>	<b>1537</b>	<b>1583</b>
3323(79.8)	2903(88.5)	2886(86.4)
462(11.1)	134( 4.1)	136( 4.1)
237( 5.7)	161( 4.9)	186( 5.6)
140( 3.4)	84( 2.6)	133( 4.0)
<b>4162</b>	<b>3282</b>	<b>3341</b>
4716(60.1)	4933(81.9)	5641(80.3)
2637(33.6)	850(14.1)	1055(15.0)
427( 5.4)	168( 2.8)	228( 3.2)
62( 0.8)	77( 1.3)	105( 1.5)
<b>7842</b>	<b>6023</b>	<b>7029</b>
3126(34.0)	4935	3750(44.7)
4492(48.9)	?	3762(44.8)
1407(15.3)	599	688( 8.2)
156( 1.7)	77	188( 2.2)
<b>9181</b>	<b>?</b>	<b>8388</b>
12406(53.4)	12728	13152(64.7)
7829(33.7)	?	5116(25.2)
2502(10.8)	1210	1426( 7.0)
473( 2.0)	408	647( 3.2)
<b>23213</b>	<b>?</b>	<b>20341</b>

して増加し初め、而も常に第二層のものより遙に多きのみならず、成熟期の終には第一層のものをさへ凌駕してゐる。此の爲か同様に施肥したA区と比較するに第二層の吸水は却て少くなつてゐる。斯くの如く或る層に於ける多湿が其の層の吸水量を特に大ならしめた結果、其の隣の層の吸水が却て減少するといふことは一般に認め得るこゝであるか否か、又其の理由に就ては、之だけの成績では何とも言へない。斯く第三層からの吸水は特に多いが、而も此の層の根の量には何等の特異の點を見出し難い。又第三層からの吸水の増加が第二層を殆ど時を同じうして初まるこゝは節根が早く此の時から此の層に入る爲か、將た又種子根によるものか、蓋し後者によるものと思はれるが、之亦之だけの成績で断定するこゝは出来ない。それは兎も角第三層からの吸水量が特に多く、従て總蒸散量亦甚だしく多いが、地上部の成育の上には殆ど認



め得べき影響を示めしてゐない。

同一試験區に於ても其の各層からの吸水の様には個體による變異は相當著しく現はれてゐる。斯る吸水の様個體による差異は地上部の成育状態と關係があり、分蘖が多く其の代り穂の小にして不揃なる場合には、割合に多く表層から吸水し深層からの吸水の少い傾があるが、陸稻の場合ほゞ明ではない。蓋し根の纖弱にしてパラフィン層を自由に通過し得ざりしこゝ、陸稻の一本植なりしに對し此の場合では二本植なりしこゝに原因するものではあるまいか。

斯く同一試験區に於ける吸水の様個體變異は相當著しいが、之を概観して見るに試験區間の差異はかなり著しく現はれてゐる。即ち：表層の施肥量少く而も第二層以下にも施肥した A 及び C の兩區に於ては、分蘖は寧ろ少く穂の充實は良好であつたが、斯る成育状態は吸水の様にも反映して、表層からの吸水は割合に少く、一而も晩く分蘖したもの、あつた爲か出穂期以後に於ける減少は他に比して寧ろ著しくない—第二及び第三層殊に後者の吸水は他區に比して割合に多い。表層の施肥量少く第二層以下に之を缺く E 區に於ては、正常の分蘖は A や C に同じで、而も穂の充實は遙に劣つたものであつたが、表層の吸水量は強ち A や C に比して少くないが、第二及び第三層からの吸水は大分少い。此等に對して表層のみに肥料を多施し、之が爲に多く分蘖した F 及び G の兩區に於ては、表層からの吸水は他區に比して格段に多く、而も分蘖は寧ろ早く其等は大なる穂を形成した爲か、第二層からの吸水も寧ろ多かつたが、第三層からの吸水は少い。第三層以下が多濕であつた B 及び D に就ては既述した如くである。

### 考 察 及 び 結 論

著者等は曩に略々同じ目的を以て陸稻に就て實驗し、其の成績を報告してゐる(2)。同じ禾穀類植物である此等二種の植物の成育は斯る土層間の肥料の分布状態によつて相似た影響を受けたこゝは勿論だが、同時に異なつた所がないでもない。此等の點に就て考察を試みるであらう。

先づ地上部の成育と收量とに及ぼす影響に就て兩者を比較する。

分蘖は陸稻も小麥も共に主として表層の施肥量により左右せられ、其の量の多きに從て早く且多く分蘖してゐる。斯く初期の成育が主として表層の施肥量の多少により左右せらるゝこゝは、根群の發達及び土壤各層よりの吸水状態より見て當然なこゝである。唯陸稻に於ては第

二層の肥料が分蘖には殆ど無影響であつたのに對し、小麥では晩く伸長期に入つての分蘖を促し此等が貧弱なる晩れ穂を形成してゐるこの差が注目される。之は蓋し小麥に永く分蘖を續ける性質があり、此の期に於ては根が第二層に迄良く發達するからであらう。

正常の時期に發生した稈の穂の蠡花数は伸長期の榮養状態により決定せられ、此の期の榮養状態に第二層の肥料が多少影響するこゝも、而も表層の肥料の影響は未だ之より遙に大にして、一穂の蠡花数決定の第一次的要因をなしてゐるこゝも兩植物略々同様である。此の期に於ては第二層に根は發達して吸水量も相當著しく増加するが、尙節根の数も盛に増加し、其等が表層で盛に活動してゐる事實より見て、之も亦當然のこゝである。

陸稻の稔實歩合、小麥の一蠡花當の結實粒数は主として完全花の数によつて決定されるものと思はれるが、之に對する肥料の分布状態の影響は兩者多少趣を異にしてゐる。陸稻では表層の施肥量の餘り多くない場合には第二層の肥料が多少の好影響を示してゐるやうでもあるが、而も表層の施肥量が十分多ければ第二層に之を缺くこゝも稔實歩合は寧ろ高きに對し、小麥では深層の肥料の有無は殆ど影響なく、表層に肥料多く従つて穂數多ければ一蠡花當及び一穂の結實粒数は表層の施肥量少きものに比し遙に少くなつてゐる。即ち陸稻では表層の施肥量は稔實歩合を高くするこゝに對して有力なる要因であるのに對し、小麥の一蠡花當結實粒数は正に反對に表層の施肥量多きこゝによつて寧ろ減少させられてゐるのである。此等が上述の如く完全花の数によつて決定されるものであるとすれば、其の決定要因は花の形成期の榮養状態であらうし、此期は未だ表層からの吸水が多きこゝより推して、表層の施肥量の多きこゝは寧ろ植物の榮養状態を可良ならしむべきであり乍ら、小麥に反對の結果を示したのは、既に述べた如く小麥に於ては過多の分蘖が各穂間の養分爭奪を激しくしたからではあるまいか。實際小麥に於ては正常の穂のみに就ていへば各試験區間の一株の蠡花の總數の差は施肥量の差を凌駕してゐるほゞ甚だしい。

種實充實の良否を示す標識としての千粒の重量は、陸稻に比し小麥は各試験區間の差が甚だしく、又同じ試験區内に於ても穂によつての差が甚だしい様である。而して之は成熟期の榮養状態によつて決定されるもので、陸稻では第二層以下の肥料の有無が多少の影響を示してゐるやうでもあるが、それは餘り顯著でなく、表層の多肥料が千粒重を輕からしめる上に主なる原因をなしてゐるのに對し、小麥では深層の肥料の有無が之の輕重決定の主原因となつてゐる。即ち陸稻に於ては表層に肥料が多施され従つて多く分蘖し大なる葉面積を有したものは、成熟後期に至つて遙に其の葉面積は減少して同化機能は衰へ、之が爲種實充實が悪くなつたのに對

し、小麥では表層の施肥量の如何に關せず、深層に肥料を缺けば種實の充實は悪くなつてゐる。蓋し後述するが如く、小麥に於ては成熟期に入て表層からの吸水量はかなり著しく減少するの、第二層の吸水は急に増加してゐる事實は、此の期の榮養に對し第二層の養分の多少が決定的の要因を示すものさいふべく、之が上記の事實を現はしたものであらう。

之を要するに初期の成育は専ら表層の養分量により決定され、爾後成育の進むに従て漸次深層の養分が其の影響を現はし、之によつて種實の收量を構成する各因子の大小が決定されることに就ては、兩植物略々同じであるが、小麥は陸稻に比し深層の養分の影響の現はれ方が遅い傾がある。尙陸稻に於ては第三層の養分が多少の影響を示したのに、小麥では殆ど其の影響が認められなかつたことは既述の如くである。此等の事實は次に述べる根の發達と其の吸水状態の上から略々説明し得るやうである。

陸稻に於ては種子根の餘り大にならぬ内に既に節根が盛に發達し、従て成育の初期から節根が根群の主要部をなすのに對し、小麥ではかなり長い間種子根が根群の大部分をなし、其の主根は深い層に迄よく發達するし、側根は寧ろ地表に發達する。之は著者等の他の實驗に於て觀察した所であるが、本實驗に於ける吸水状態の上にも克く現はれてゐる。即ち成育初期に於て陸稻の第三層以下からの吸水量の極めて微々たるに對し、小麥では斯る深層からの吸水が割合に多い。而も小麥に於ても成育初期に於て第二層以下の肥料が殆ど其の影響を現はさないのは、深層に於ける根の發達は表層に比して極めて小なるが爲である。

斯くして陸稻に於ては成育の進むに従ひ盛に節根の數を増すし共に深層へも伸育して行くが故に、假令深層なるに従ひ根の發達や作用が後れるさはいへ、成長に伴ふ各層からの吸水量の變化を示す曲線は、各層間の時期的の差異が割合に少い。之に對して小麥では節根の發達は晚く其の深層への伸育も遅れるが故に、吸水量の變化を示す曲線は各層間で大分時期的に異たものになつてゐる。又小麥が陸稻に比し淺根性であることも吸水状態の上に克く現はれてゐる。斯る兩植物間の根の發達の差が、各層間の肥料の分布状態の影響の上にも上述の如き差を齎したものであらう。

## 摘 要

1. 土壤の各層に於ける養分が小麥の成育に及ぼす影響に就て知らんが爲、直径 25 cm. 深さ 1 m. の圓筒に土壤を填充し、之を薄きパラフィン層にて上より 20, 20, 30 及び 30 cm. の四層に區分して、各層に LIVINGSTON 式自働灌水装置を施し、以て各層の水濕状態を同一にし、

施肥量のみを種々にして、之に小麦を栽培し、其の成育と各層からの吸水の様相とに就て観察した。尙一部深層の水湿を特に多くして其影響に就ても実験した。

2. 地上部の成育及び収量に現はれた影響は次の如くであつた：

a) 分蘖は主として表層の施肥量により決定せられ、之の多きに從て早く且多く分蘖した。但第二層の肥料は晩く伸長期に入ての分蘖を促したが、此等は晩れ穂となりて正常の大きさのものはなり得なかつた。

b) 正常の時期に分蘖した程の穂の籾花數に對しては多少第二層の肥料の影響がないでもなかつたが、之を決定する主要因はやはり表層の施肥量の多少であつた。

c) 正常の大きさの穂の一籾花當の結實粒數に對しても第二層以下の肥料は殆ど影響なく之は主として表層の施肥量により決定されたが、而も籾花數とは反對に、施肥量多き時甚だしく減少され、從て一穂當の結實粒數も亦少くなつた。之は各穂間の養分の爭奪從て分蘖の多少に原因するものと想像された。

d) 種實の千粒重及び粒質の上に現はれたる充實の良否は、主として第二層に於ける肥料の有無により決定された。

e) 以上の如く各層の養分は種實収量を構成する各因子の上に夫々の影響を及ぼしたが、穂の多少が最も有力なる因子たりしが故に、収量決定の要因としては表層の施肥量が最も有力であつた。

1) 第三層以下の肥料及び水湿は地上部の成育の上には殆ど其の影響を示さなかつた。

3. 土壤の各層に發達せる根の量に就ては、それが纖弱なりし爲、陸稻の場合ほど明な事實は認められなかつたが、而も之が地上部の成育と關係があり、又施肥した層に良く發達したことは略々認められた。

4. 土壤の各層に於ける根の發達及び作用を示す標識たるべき各層よりの吸水量に就ては次の事實が認められた。

a) 種子根の深く發達する小麦では成育の初期には陸稻に比し割合に多く深層から吸水した。

b) 其後節根の發達と共に表層からの吸水は著しく増加し、更に成育の進むに従ひ深層からの吸水も増したが、斯る成長に伴ふ吸水量の變化の層の深淺による時期的差異は陸稻に比し遙に甚だしかつた。

c) 第三層以下の吸水量の割合は陸稻に比し少なく殊に第四層からの吸水は殆ど無視してよいほご少なかつた。但第三層が多湿の場合には特に此の層より多量に吸水され、全吸水量も著しく多くなつたが、地上部の成育には殆ど無影響であつた。

5. 以上の各層からの吸水の様子は(2)に述べた成育に及ぼす各層の養分の影響を説明し得るのみならず、斯る影響の陸稻と小麥とに於ける差も此の點より克く説明し得る様であつた。

### 引用文献

1. 高山卓爾, 出光勝兵衛. (昭和 7), 土壤の各層に於ける肥料の分布と胡瓜及び茄子の成育. 學藝雜誌, 5: 137-158.
2. 高山卓爾, 丸山吉雄. (昭和 8), 土壤各層間の肥料の分布と陸稻の成育. 學藝雜誌, 5: 403-434.
3. NOGUCHI, YAKICHI. (1929), Studien über die Entwicklung der Infloreszenzen und der Blüten bei Getreidepflanzen. Jour. Coll. Agric. Imp. Univ. Tokyo, 10: 247-303.

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

(Résumé)

Takuji KÔYAMA and Yoshio MARUYAMA

1. The present experiments were undertaken to investigate the effects of the distribution of the nutrient salts in different layers of soil upon the growth of wheat.

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 with sheets of paraffin wax into four layers, each 20, 20, 30 and 30 cm. thick in that order from the top. The top surface of the soil column was also covered with a paraffin sheet to prevent the evaporation. Each layer was auto-irrigated after LIVINGSTON'S method under a hydrostatic pull of 50 cm. water column, except the third and the fourth layers of the plat B and D for which a pull of 30 cm. water column was applied (cf. next table).

Fertilizers were applied at the following rates.

Soil layers	I	II	III	IV	Total
Plat	20 cm.	20 cm.	30 cm.	30 cm.	100 cm.
A	4	4	6	0	14
B	4	4	6 <sub>w</sub>	0 <sub>w</sub>	14
C	4	4	0	0	8
D	4	4	0 <sub>w</sub>	0 <sub>w</sub>	8
E	4	0	0	0	4
F	8	0	0	0	8
G	$\frac{4}{2}$	0	0	0	8

Unit: Kwan per Tan for each gradient.

With the exception of plat G, the fertilizers were applied by mixing with the soil of each layer before packing. In plat G, 1/2 of the nitrogen was put on in two applications on Feb. 13th. and March 14th. Two plants were set up for each container, and three containers for each condition.

2. The factors constituting the yield of grains were affected by the conditions investigated in the following way:

a) The tillering was determined chiefly by the amount of fertilizers applied to the top layers, the more fertilizers being applied, the earlier the tillering, and the more tillers in number being obtained. Though the fertilizers in the second layer induced tillering later in the growth period of the plant, no spike of normal size was produced by such late shooting (cf. Table I).

b) Though the number of spikelets on the spikes of the stem produced in normal tillering period, was slightly affected by the fertilizers in the second layer, it was chiefly determined by the amount of fertilizers in the top layer (cf. Table III).

c) The number of grains per spikelet on the spike of normal size was chiefly determined by the amount of fertilizers in the top layer, the fertility of the lower layers manifesting practically no effects. Contrary to the number of spikelets, however, the number of grains per spikelet, so also the number of grains per spike, decreased with the high fertility of the top layer. The contest for nutrient among the spikes—the number of tillers now becoming the chief factor—may explain these facts (cf. Table IV and V).

d) The weight of 1,000 grains, and the quality of grains—the richness of content—were chiefly determined by the fertility of the second layer (cf. Table VI).

e) As, among other factors, the number of spikes concerns the yield of grain most prominently, the yield was determined chiefly by the amount of fertilizers in the top layer, though the effects of the fertilizers in deeper layers on other factors for yield were also noticeable.

f) The moisture and the fertility of the third and fourth layers showed practically no effects on the top-growth of the plant.

3. Owing to the fragility of the root of wheat, the difference of its development in different soil layers was not so clear with wheat as with upland rice. It was noticed, however, that the development of the root was related to the growth of the top, and that the root developed better in the fertilized layer (cf. Table VIII).

4. As to the absorption of water from different layers, which will indicate the amount and action of the root in those layers, the following facts were noticed (cf. Table IX):

a) Comparing upland rice, wheat having the deep developing seminal roots, absorbed in the early stage of development more water from the deeper layers.

b) Later with the development of the nodal roots, the amount of water

absorbed from the top layer increased markedly.

As the plant grows, the absorption of water from the deeper layers also increases.

c) In contrast with upland rice, the relative amount of water absorbed by wheat from the third and the lower layers was small as compared with the total absorption, especially the absorption from the fourth layer was almost negligible. When the third layer was in wet condition, however, much water was absorbed from it, increasing markedly the total amount of absorption. Such high absorption, however, had practically no influence on the top-growth.

5. These aspects of the water absorption from different layers will not only help us to explain the above mentioned effects of the fertilizers in different soil layers upon the yield (cf. 2), but will also make clear why the fertilizers in the various depth produce different effects upon upland rice and wheat.

---