

## 暖地における畦間灌漑と水稻生育との関係

### II. 早植栽培における IR8, 農林 18 号の生育に及ぼす 畦間掛流し灌漑の影響

植 木 健 至

(昭和 50 年 8 月 30 日 受理)

### The Relationship between Furrow Irrigation and Rice Growth in the Warmer District in Japan

#### II. The Effects of Flowing-Furrow Irrigation on the Growth of Varieties IR8 and Norin No. 18 in Early Planting Cultivation

Kenji Ueki

(Laboratory of Crop Science)

#### 緒 言

前報において<sup>1)</sup>, 各種の畦間灌漑の IR8 の生育に及ぼす影響を検討した結果, 全般的に畦間灌漑が湛水灌漑より有効であること, なかでも畦間掛流し区においては, 畦立という好氣的条件に掛流しによる低水温効果が加算されて特異的な栄養生長がみられたのであるが, 出穂期が遅延し登熟歩合が著しく低下したために期待されたほどの収量を上げ得なかったことを報告した。

本報告は畦間掛流し灌漑に着目し, これをより生育収量に効果的なものとするために, 前年度の実績を踏まえて次記の点に留意して実験を行なった結果である。すなわち第 1 に IR8 の出穂をはやめ登熟日数を確保するために約 1 カ月の早播早植を行なった。第 2 に移植後できるだけ早く分けつ数の増大をはかるとともに秋落ち抑制の見地から, 分けつ期前半はできるだけ保温につとめる一方, 分けつ期後半は逆に冷却を促進するように掛流し方法を調節した。第 3 に長稈穂重型の農林 18 号を比較品種として採用し, IR8 で代表される短稈穂数型品種との生育反応の差異をみたことなどである。

本実験はこれを圃場において行ない若干の知見を得たが, 収量上からみれば未だ満足できるものとはいえず, 今後さらに追求すべき問題が多いものと考えられる。なお本実験を遂行するにあたり, 栽培, 調査に細山博史氏の援助を得た。記して謝意を表わすものである。

#### 実験方法

品種は IR8 と農林 18 号を用い, おのおの畦間掛流し区 (以下畦立区と略記) と湛水区の 2 区を設けた。鹿児島大学農学部圃場内にある 1.8×4.5 m の試験枠 2 つを用い, 畦立と湛水の 2 処理を行ったが, 前者は畦間 15 cm, 畦幅 20 cm, 畦高 15 cm の畦を 5 列作成し, 畦間に均等に水深 5~7 cm に水道水を掛流しし得るようにした。なお両区の表層 10 cm の土壌は予め外部で混合攪拌したものを充填し半精密栽培を行なった。

畦立区は 6 月 18 日まで畦間を湛水状態におき以後掛流しを開始したが, 移植後約 40 日の 7 月 16 日までは水温低下を少なくするため, 水道水を隣接の黒ビニールを張った貯溜池に貯水した上で試験区に流入させた。また 7 月 17 日から 9 月 20 日までは直接水道水を掛流し, 9 月 20 日以降収穫時までには畦間湛水とした。

葉令 6 の 28 日苗を用いて 6 月 4 日に移植を行い, 畦立区では株間 20 cm 1 株 3 本植とした。もちろん湛水区においても 1 株本数ならびに栽植密度は同様であった。肥料は元肥として窒素, 燐酸, 加里を要素量でおのおの 10 a 当り 5 kg 施し, 追肥として両処理区ともに窒素のみ 6 月 28 日, 7 月 13 日および 7 月 29 日に 10 a 当り 2 kg を, また湛水区のみ葉色が若干淡くなったので 8 月 15 日に 1 kg 施用した。

常法により 1 週間ごとに生育状況を調査するとともに, 成熟期には収量構成要素および収量を調査した。また 6 月 26 日から 10 日ごとに各区の標準株 1 株を抜き取り, 水洗後, 地上部については根色, 根数, 根重

を調査したうえで、2日間 80°C の通風乾燥し乾物重の測定を行なった。

環境調査として毎日最高、最低水温を測定するとともに、午前10時、午後3時に地下5mの地温を記録した。

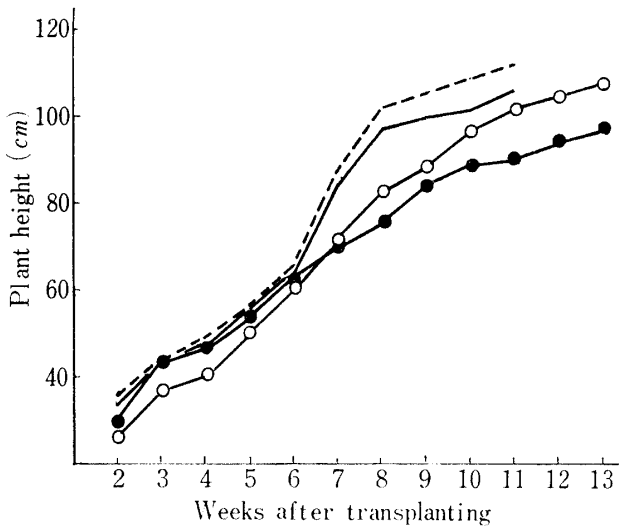


Fig. 1 Changes in plant height.

- IR8, flowing furrow
- IR8, flooding
- Norin No. 18, flowing furrow
- Norin No. 18, flooding

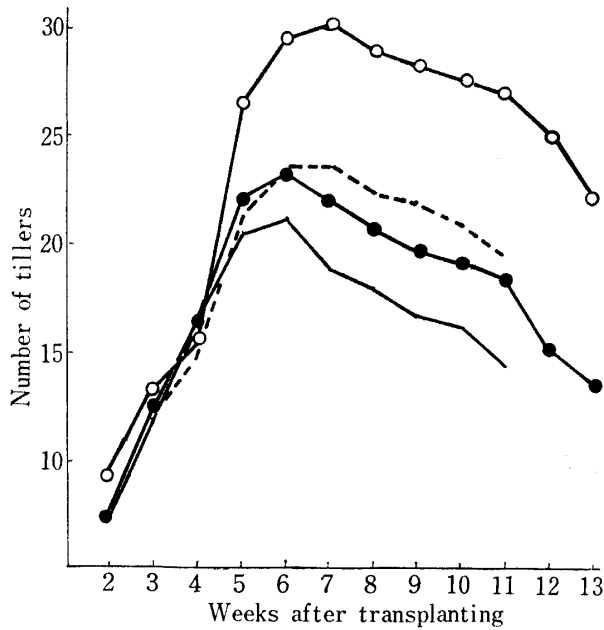


Fig. 2 Changes in number of tillers.

- IR8, flowing furrow
- IR8, flooding
- Norin No. 18, flowing furrow
- Norin No. 18, flooding

実験結果

草丈の推移を Fig. 1 に示した。移植後5週間頃までは両品とも畦立区と湛水区の間に差異はないが、以後明瞭に畦立区が高くなった。とくに IR8 においてこの傾向が顕著である反面農林 18 号は区間差が比較的小であった。

分けつきの推移を Fig. 2 に示した。最高分けつ期は両品種とも移植後6週間附近にあり処理区間差は認められなかった。しかし分けつ数の推移には明瞭な差異がみられ、移植後5週間頃より畦立区の増加が著しく処理による差異が明瞭であった。この傾向は IR8 が農林 18 号より大で、茎数そのものも IR8 が勝り品種の特性がここでも明らかであった。

葉数の推移については最終的には IR8 は農林 18 号よりも約1葉多く17葉であったが、処理区間差は両品種ともほとんどみられなかった。

株当りの緑葉面積の推移を Fig. 3 に示した。IR8 では葉面積のピークが8月25日つまり出穂前10日頃みられるが、農林 18 号ではそれより約10日早く8月15日に得られており、このように品種間差異は明

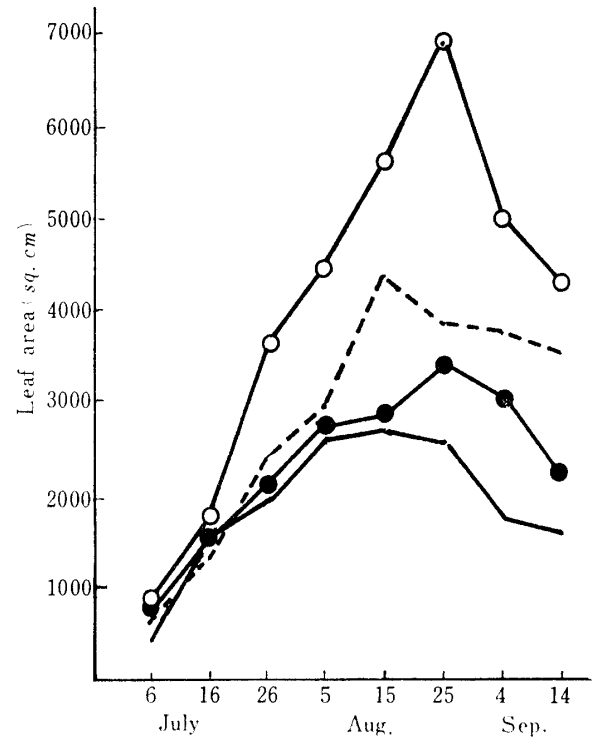


Fig. 3 Changes in green leaf area per hill.

- IR8, flowing furrow
- IR8, flooding
- Norin No. 18, flowing furrow
- Norin No. 18, flooding

瞭であったが灌漑処理によるピーク時の移動は見られなかった。しかし葉面積そのものは品種間、処理間で著しい差異を示し、とくに IR8 の畦立区は湛水区の2倍以上であったことが注目された。また上位葉長も IR8 においては畦立区における伸長が著しく4~5 cm 湛水区より勝ったが、農林18号においては区間差は小であった。また根数については両品種とも特筆すべき処理区間差はみられなかった。

地上部重および根重の推移を Fig. 4 に示した。ここでは数字を省略したが、地上部重における処理区間差は葉鞘重+茎重よりも葉身重に拡大して表われ、とくに IR8 において畦立区の増大が顕著であった。なお根数においては処理区間差がみられなかったのに対し、根重では最高分けつ期項で明瞭な差異が明らかである。観察によれば畦立区の冠根は分枝根の発達が著しく、これが根重増加の一因となったものと思われる。

1株中8割出穂をみた日を出穂期とすると、IR8の畦立区で9月4日、湛水区で8月31日であり、農林18号の畦立区で8月29日、湛水区で8月27日であり、わずかに畦立区の出穂期の遅れがみられたが出穂状況は正常であった。

収量構成要素および収量を Table 1 に示した。穂数については両品種とも畦間掛流し処理の効果が大きであったが、とくに種重型の農林18号でも処理により相当の穂数を確保し得たことは注目に値する。1穂粒数は、ここでは主稈穂の調査結果であるが IR8 において処理効果が明瞭な反面農林18号では差異が認められなかった。これに関連して稈長、穂長および2次枝梗数を Table 2 に示した。処理間に稈長、穂長は有意差は認められないが、IR8の2次枝梗においては明らかに畦立区が大でこれが前述した1穂粒数の増大は直結したものと思われる。精穀千粒重は区間差がみられず、登熟歩合は穂数にみられた様相とは逆に両品種とも畦立区が劣った。以上、収量構成要素を総合し

て、IR8 は畦立処理により穂数、1穂粒数の増加が著しく、登熟歩合による減少はあっても前2者が大きく影響して1株籾重は湛水区よりも有意的に大となった。ここで得られた IR8 の畦立区の籾重は一応評価しうる水準のものとして判断される。これと比較して農林18号においては、IR8 と類似の傾向がみられたもの

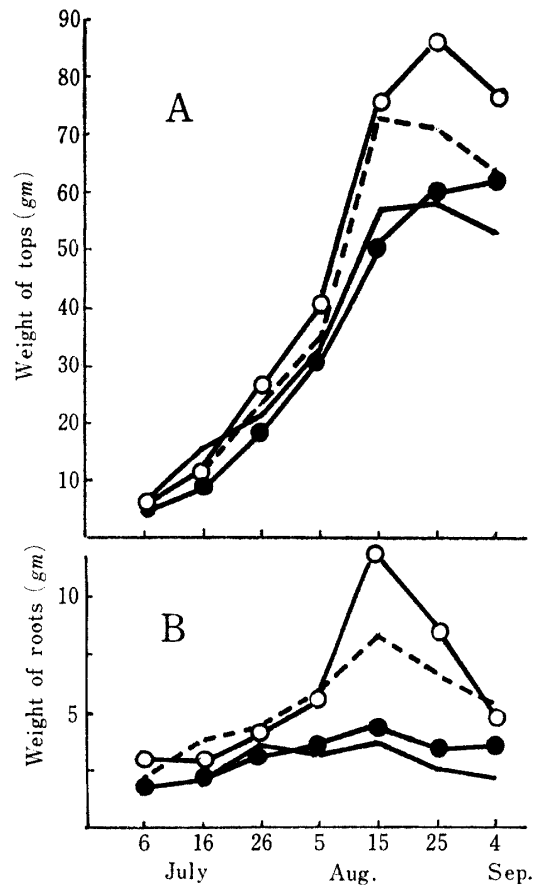


Fig. 4 Changes in dry weight of tops (A) and roots (B).

- IR8, flowing furrow
- IR8, flooding
- Norin No. 18, flowing furrow
- Norin No. 18, flooding

Table 1. Yield component and yield.

Variety	Treatment	Number of panicles	Number of spikelets per panicle (main stem)	Percentage of ripened grains (%)	Weight of 1000 winnowed grains (gm)	Weight of grains per hill (gm)
IR8	Flooding	13.0	188.5	75.8	29.5	48.6
	Flowing furrow	19.1**	236.6**	62.7**	28.8	70.8**
Norin No. 18	Flooding	12.6	135.0	90.3	28.2	39.6
	Flowing furrow	17.6**	149.9	76.5*	27.8	49.9**

\* and \*\*; significant level at 5% and 1% against the flooding treatment in each variety, respectively.

Table 2. Stem length, panicle length and number of secondary branches of panicle.

Variety	Treatment	Length of main stem (cm)	Average length of stem (cm)	Average length of panicle (cm)	Number of secondary branches of panicle (main stem)
IR 8	Flooding	73.5	66.2	23.1	30.3
	Flowing furrow	76.5	67.6	23.9	39.9**
Norin No. 18	Flooding	97.7	90.5	20.7	21.2
	Flowing furrow	101.8	89.3	21.1	24.0

\*\*; significant level at 1% against the flooding treatment in IR8.

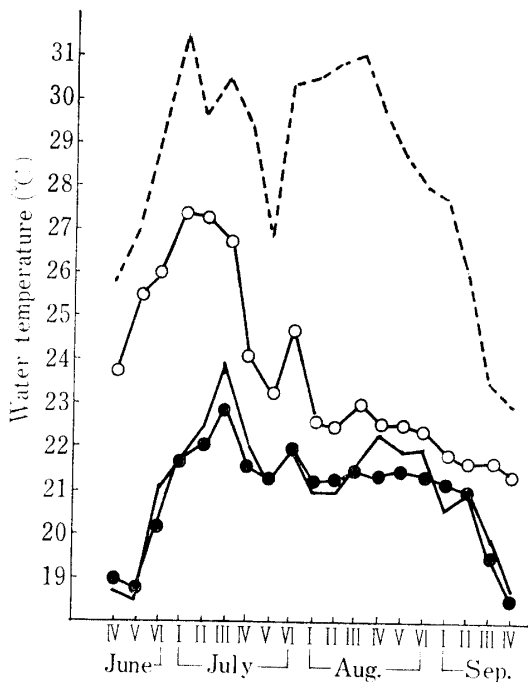


Fig. 5 Water-temperature. (mean 5 days)

- Flowing furrow, max. temp.
- Flowing furrow, min. temp.
- Flooding, max. temp.
- Flooding, min. temp.

の1穂粒数の増加がみられなかったために1株粒重の処理区間差はIR8に比べればはるかに小となった。

Fig. 5に最高、最低水温を、Fig. 6に午前10時と午後3時における地下5cmの地温を示した。まず水温に関しては最低水温は処理による差異は小さく専ら最高水温に差異がみられる。すなわち6月下旬から7月上旬までは、畦立区と湛水区の水温の差異が最高水温で約3°C、平均水温(最高、最低の平均)で約2°C程度であったが、晴天日の続いた8月に入ってから最高水温で6°C以上平均水温で約4°Cと畦立区における水温低下がみられる。水温の差異は地温にも反映し、水温差が小さい時期は地温の処理区間差は小であるが、7月中旬から8月下旬に至る間は午前10

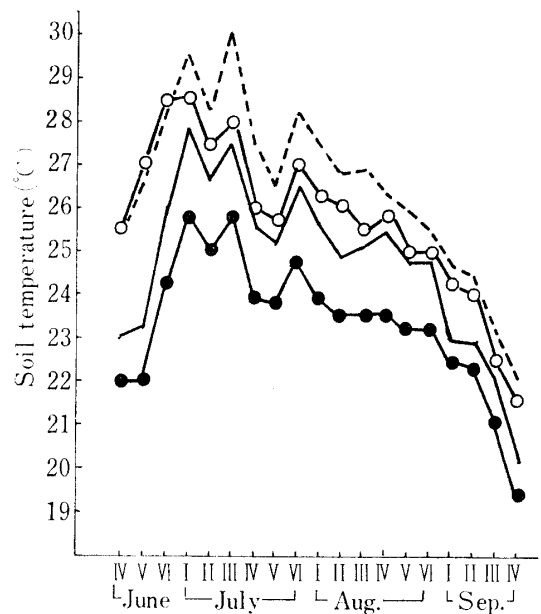


Fig. 6 Soil temperature at 5 cm level (mean 5 days).

- Flowing furrow, 3 PM
- Flowing furrow, 10 AM
- Flooding, 3 PM
- Flooding, 10 AM

時地温で約2°C、午後3時地温で約1°Cの差異がみられた。ここでは記載を省略したが、地下10cm地温の方に処理区間差が若干大きく表われたことを附記する。

## 考 察

IR8の登熟期間を確保するという観点から、南九州における在来慣行より1カ月の早植を行った結果、IR8の畦立区で出穂期を9月4日にすることができた。これはIR8の日長、温度反応が鈍感で葉数確保が主因となる<sup>17)</sup>という特質からきたものと思われるが、出穂期の促進が登熟歩合の極端な低下を防ぎ—もちろん未だ満足すべき数値とはいえないが—栄養生長量

の増大を相当程度収量に反映し得たものと思われる。

実験当初の着眼点は、畦間掛流し灌漑の水温の調節によって、前報<sup>6)</sup>に記した畦間掛流し区と畦間循環区の2本の分けつ曲線の総合曲線を得ることを期待したことであって、その意味では実際に得られた Fig. 2の IR8 畦立区の分けつ曲線はかなり期待値に近いカーブと思われる。これは畦立区の水温を移植後7週間までは湛水区との接近をはかって早期分けつの発生を促すとともに、以後は思い切って最高水温の低下を図ったことの表われと考えられる。著者は穂数型品種の水温反応において生育初期の低水温は穂数引いては収量の低下を招く度合の高いことを指摘したが<sup>6)</sup>、本実験における水、地温の推移はこの点を回避したものである。なお畦間掛流し灌漑の場合、畦間の水温低下に比べれば、地温の低下ははるかに少ないが、Fig. 6において午前10時地温をかりに日平均地温に近い数値と考えれば、畦立という好気的条件下のこの程度の地温低下は予想以上に大きい影響力をもつのではないかと考える。

ところで IR8 畦立区の生育様相をみると、移植後6週間までは湛水区と大差ないが、以後急激な分けつ増と草丈の伸長がみられ葉色濃く推移したこと、更に出穂前1週間頃には葉面積は湛水区の約2倍、地上部重は約1.4倍と明らかに後期優勢型の性状を呈したものと見えよう。またこれを根の発育状況からみれば、両区とも根数に大差がみられないのに拘らず、畦立区は支根、細根が多く畑状態下のそれと類似しており、このことが根重の差異となったと思われる。ところで IR8 の生育を解析してみると、根重のピークは8月15日調査で得られており、急激に増大した葉面積および地上部重のピークが8月25日であることより、地上部に先立って地下部の発育が良好であったことが主因ではないかと類推される。

次に収量構成要素および収量面から IR8 の畦立区をみると、まづ穂数は湛水区よりは勝ったものの茎数増に対して有効茎歩合が低く期待されたほどの伸びを示さなかったといえる。これは減水深の大きいシラス土壌において、早植による約1カ月の栄養生長期間の延長を見た場合の施肥対策の欠陥がここに表われたと思われるのであって、とくに8月下旬から出穂期におけるの肥効の問題は今後研究されねばならないであろう。しかし穂数増が期待されたほどでなかったとしても、反面1穂粒数の増加は明瞭であって、粒数でとると IR8 の特質<sup>9)</sup>がよく表われている。とくに2次枝梗数の増大が著しいことから8月前半期の地上

部、地下部の性状がそのまま好影響をもたらしたとみてよいであろう。また精粒千粒重には区間差がみられなかったが、本実験においても登熟歩合の低下は避けられなかった。もちろん前報のそれに比べれば低下度ははるかに小であるが、今後出穂期追肥<sup>5)</sup>なども考えねばならないかも知れない。以上を総合して1株粒重において畦立区が湛水区よりも明らかに大であったが、現段階において畦立区の株当たり70 gm という数値は一応評価されてよいであろう。

以上は IR8 に関する考察であるが、長稈穂重型の農林18号においても畦立処理の影響が IR8 に類似したことは注目してよい。しかし同時に畦立区と湛水区との間の差異があらゆる項目において IR8 より小であったことから、栽培環境の変化に対する順応性は IR8 で代表されるような短稈穂数型に大であると思われる。この点は日本の多収性品種を含めて今後確めた問題と考える。

最後に本実験において、畦立区に移植直後土壌表面に塩類蓄積の害<sup>11)2)</sup>が生じ、畦立区の生育がかなり抑制され、とくに IR8 の下位葉の黄化が目立ち1部補植を余儀なくされたほどであって、これがその後の生育に若干の悪影響を及ぼしたことは充分推定される。前述の早植に伴う施肥法の確立と塩類蓄積害の除去の問題が今後畦立栽培を進める上でのもっとも重要な課題といえよう。

## 要 約

前報において特異的な生育様相をもたらした畦間掛流し灌漑に着目し、これを圃場において1カ月の早植栽培に適用し、IR8 (短稈穂数型)と農林18号 (長稈穂重型)の生育に及ぼす影響を湛水栽培のそれと比較検討した。なお畦間掛流し区においては、移植後6週間までは水、地温を湛水栽培のそれに近似させるとともに、以後は流量を多くして冷却効果が大きくなるように水管理を調節した。実験結果は次の通りである。

1. 畦間掛流し処理により、両品種とも概して生育後期優勢型の生育様相を示した。すなわち移植後6週間より草丈、分けつ数が湛水区より勝り、出穂期附近では葉色濃く、株当葉面積ならびに地上部重は何れも湛水区に比べて有意的に大であった。また根数は処理区間差がみられなかったが、畦間掛流し区の根は分枝根が多く着生し最高分けつ期頃の根重もまた大であった。

2. 早植効果が表われて、もっともおそい IR8 の畦間掛流し区でも出穂期は9月4日で、出穂状況も正

常であり登熟期間は確保されたと思われる。

3. 収量構成要素のうち、IR8 は穂数と1穂粒数が、農林18号は穂数が畦間掛流し区において大であったが、登熟歩合は両品種とも若干の減少をみた。結果的には1株精粒重は畦間掛流し処理により湛水区より有意的に大となり、IR8 で約70 gm、農林18号で約55 gmを得た。とくに前者の収量は一応評価し得る水準にあると考えられる。

4. 上述のように両品種とも畦間掛流し灌漑により生育に好影響をうけたが、その効果の程度には明らかに品種間差異がみられ、IR8 がすべての生育要素において農林18号より大であった。

## 文 献

- 1) Allison, L. E. . *Advances in Agronomy*, **16**, 174-178 (1964)
- 2) Bernstein, L. and Fireman, M.: *Soil Science*, **83**, 249-263 (1957)
- 3) IRRI: *Annual Report for 1969*, 146-152 (1970)
- 4) ———: *The IRRI Reporter*, 2/72, 1-2 (1972)
- 5) 松島省三: 稲作の改善と技術, 347-362, 養賢堂 (1973)
- 6) 植木健至: 日作九支報, **31**, 37-39 (1968)
- 7) ———・N. P. アルボレダ: 鹿大農学術報告, **26**, (1976)
- 8) 内山泰孝: 熱帯農研彙報, **18**, 29 (1970)

## Summary

The experiments were carried out on the experimental farm, and the purpose of the study was to assess the responses of variety IR8 (Indica, short culm and panicle-number type) and of variety Norin No. 18 (Japonica, long culm and panicle-weight type) to the flowing-furrow irrigation in comparison with the flooding irrigation. Because of the security of a lot of days on the ripening of IR8, the plants of both varieties were transplanted earlier about one month than the habitual period, at June 4. From first to six weeks after transplanting, water temperature in furrow was kept similar to that of flooding culture, and from that time to heading-period the temperature was kept cooled down as much as possible, in order to increase the amount of flowing water. The experimental results were as follows.

1. Generally, the plants of both varieties under furrow irrigation showed a typical late-vigor pattern of growth. From six and seven weeks after transplanting, the plant height and the number of tillers under flowing-furrow irrigation were superior to those of flooding irrigation, respectively. Under flowing-furrow irrigation, the leaf color showed always dark green and the leaf area per hill, upper-leaf length and the weight of the top, were significantly increased against those of the flooding irrigation. Although the difference of the root number per hill between flowing and flooding plots was not found, the weight of roots at the tillering stage were larger in the former than in the latter, due to the increase of dichotomous roots.

2. Of all the yield components, the number of panicles and that of spikelets per panicle in IR8, and that of panicles in Norin No. 18 subjected to the furrow condition, were significantly greater than those subjected to the flooding, but on the other hand, the ripening percentages were somewhat lower. Consequently, the weights of grains per hill of IR8 and Norin No. 18 under the flowing-furrow irrigation were significantly larger than those under the flooding irrigation, and they were about 70 gm and 55 gm, respectively. Concerning to IR8 it was supposed that the yield level was comparatively high.

3. As above mentioned, both the varieties were given many good effects on the growth, under flowing system, but varietal differences in the effectiveness were clearly seen, and the effects on to IR8's growth were far larger than those on to Norin No. 18, in all respects.