

水稻の移植後初期の分けつの発生

と生長に及ぼす地下部温度の影響*

山 本 由 徳

(高知大学農学部)

水稻の分けつの発生や生長に対する環境条件の影響については、多くの研究がなされている。これらのうち、温度に関しては気温、^{2,4,5,6,11,16,19,25,26,27)} 水温および地温、^{8,9,10,15,21,22,23)} 気温と水温の組み合わせ、^{12,24)} および稲体の各部位別の温度処理¹³⁾ が分けつの発生や生長に及ぼす影響について報告されている。しかし、これらの報告は直播した水稻への温度処理の影響をみたもの^{2,4,5,6,19,21,22)} や、また、移植水稻への影響をみている場合には活着後に処理を開始したもの、^{11,16,23,24)} あるいは活着期の一指標として移植後の初発分けつ日を中心に調査しているもの^{15,27)} が多く、移植直後に温度処理を開始して移植後初期の分けつの発生や生長に対する温度の影響について詳しく検討した報告は少ない。著者ら^{25,26)} は既に、移植後初期の分けつの発生と生長に及ぼす気温の影響を、主稈の節位別分けつに着目して検討した結果について報告した。ここでは、分けつの発生¹³⁾ や移植後の活着^{3,14)} に対して、気温にくらべてより直接的な影響を及ぼしていると考えられる地下部温度(灌漑水温を含む)の高低、並びに昼夜温較差が移植後初期の分けつの発生と生長に及ぼす影響について報告する。

実験材料および方法

供試品種として水稻中生品種、黄金錦を用いた。1979年6月1日に畑土を充填し、硫安、過燐酸石灰、塩化加里をそれぞれ4g、4g、2gを均一に混合した1/5,000アール・ワグネルポットの3箇所に種モミを3粒ずつ播種し、折衷苗代様式で育苗し、5葉令時に1箇所2本に間引きを行った。そして、播種後22日目(6月23日)にポットに手を深くさし入れて、出来るだけ根を切らないようにていねいに苗を抜き取り、さらに草丈、葉令、分けつ数の揃った苗を選んだのち、苗の根の基部5cmを残して剪除し、同じポットにポット当たり3株、1株1本植で約2cmの深さに移植した。移植時の苗の平均草丈は31.5cm、葉令6.54、分けつ数2本(第2,3節分けつ)または3本(第2,3,4節分けつ)であり、ポット当たりの苗3本のうち2本は分けつ数2本の苗を、残り1本は分けつ数3本の苗を移植した。また、移植に先立って基肥として、千代田化成13号をポット当たり1gずつ加え手で代かきを行った。なお、水深は約3cmとした。

* 昭和56年11月28日 第18回講演会において発表

移植後直ちにポットを雨よけのために屋根にのみビニールを張ったパイプハウス内の恒温水槽に移し、地下部温度（灌溉水温も含まれる、以下単に温度と略す）処理を開始した。ポットの浸漬深は水槽の水面上に約 0.5 cm ポットの上面が出る深さ（約 20 cm）とした。処理区は昼夜恒温処理区として 22℃、28℃、35℃ の 3 区を設け、また、昼夜変温処理区（昼間は午前 7 時～午後 7 時、夜間は午後 7 時～午前 7 時の各 12 時間）として昼温／夜温（以下同じ）が 28/22℃、35/22℃、35/28℃ 区およびこれらの区の昼夜温を逆転させた区、すなわち、22/28℃、22/35℃、28/35℃ 区の計 6 区を設け、変温処理区では午前 7 時と午後 7 時に所定の温度の水槽にポットを移動させた。

調査は処理開始後、主稈各節の一次分げつの発生日については毎日、また、主稈葉令および分げつ数については 5～6 日毎に行った。そして、処理開始後 21 日目（7 月 14 日）に各処理区のポット（各区 4 ポット）より植物体を抜き取り、主稈の節位別分げつ数、主稈および分げつの地上部乾物重等について調査した。なお、処理期間（6 月 23 日～7 月 14 日の 21 日間）のハウス内の平均最高気温は 33.4℃、平均最低気温は 21.4℃であった。

実験結果および考察

主稈の節位別一次分げつの発生割合（主稈の各節位別一次分げつの発生した個体数／全調査個体数）を第 1 表に示した。第 4 節分げつについては、処理開始時に既に発生していた個体を除いて求めたものであるが、各区とも移植による影響が強くあらわれており、10～40% の分げつは発生しなかったが、処理による一定の傾向はみられなかった。第 5 節分げつでは、移植による影響は小さくなり、22/28℃ 区を除く全ての区で第 4 節分げつにくらべて発生割合は高くなった。しかし、処理による一定の傾向はみられなかった。第 6 節分げつでは、35/35℃ 区と 28/35℃ 区を除く全ての区で 100% 発生した。35/35℃ 区と 28/35℃ 区で発生割合が他区にくらべて低かったのは、夜温が 35℃ と高いことが関係しているものと考えられる。第 7 節分げつは、変温処理区にくらべて恒温処理区で低くなったが、22/22℃ 区では主稈の葉令進度（第 4 図）が遅かったためと考えられる。また、恒温処理区では処理温度が高い 35/35℃ 区で 28/28℃ 区にくらべて発生割合が低下したが、変温処理区では処理間に顕著な差異は認められなかった。

このような発生割合を示す主稈の節位別一

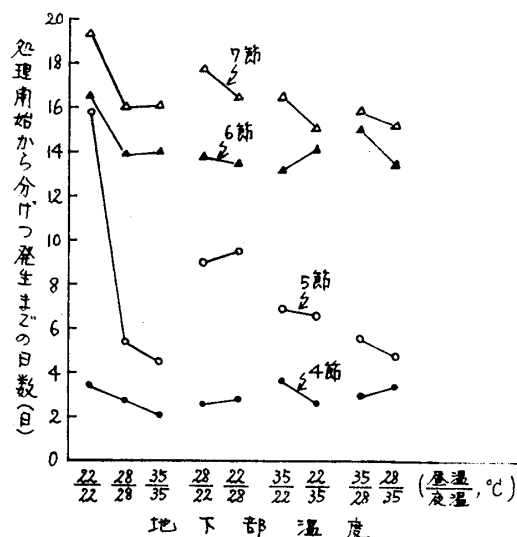
第 1 表 主稈の節位別一次分げつの発生割合（%）

分 げ つ	夜温 昼温	22 28 35℃		
		22	28	35℃
第 4 節*	22℃	88	63	78
	28	71	75	63
	35	83	63	88
第 5 節	22℃	92	100	83
	28	50	92	75
	35	92	100	92
第 6 節	22℃	100	100	100
	28	100	100	100
	35	100	83	67
第 7 節	22℃	75	100	92
	28	100	83	92
	35	100	100	50

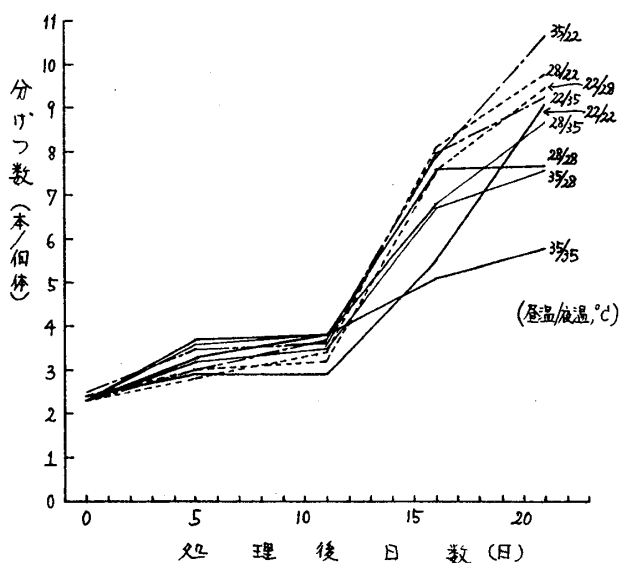
* 処理開始時に既出の個体を除く

次分げつの処理開始から発生までの日数をみると第1図のとおりである。第4節分げつはいずれの区においても処理後2～4日目に発生し、恒温処理区では処理温度の高い区ほど発生が早くなったが、変温処理区では処理による一定の傾向はみられなかった。処理の影響は第5節分げつに最も顕著にあらわれており、恒温、変温処理にかかわらず昼夜平均温度の高い区ほど早くなり、 $35/35^{\circ}\text{C}$ 区の4.5日に対して $22/22^{\circ}\text{C}$ 区では15.8日と11.3日の差がみられた。このような第4、5節分げつの発生の早晩は、移植後の活着の遅速が大きく影響しており、本実験の温度範囲では、昼夜平均温度の高い区ほど活着が促進されたためと考えられる。一方、第6、7節分げつでは $22/22^{\circ}\text{C}$ 区でやや発生日が遅くなった他は、処理による差は小さくなった。また、変温処理区の第7節分げつでは昼夜平均温度が同じ場合には夜温が高い方が発生日が早くなった。これは、葉令進度がいく分速くなった(第4図)ことによるものと考えられる。これらの結果、第5節から第7節分げつの発生までの間隔は、昼夜平均温度が低い区ほど短くなり、 $22/22^{\circ}\text{C}$ 区の3.5日に対して $35/35^{\circ}\text{C}$ 区では11.6日と8.1日の差がみられた。このことは、移植後の地下部温度が低い場合には、活着までに長い日数を要するが、活着後分げつが急激に増加することを示している(第2図)。

第2図には、処理後の個体当たりの分げつ数の推移を示した。いずれの区も移植後10日目頃までは緩慢な増加を示し、その後は増加速度が速くなった。この移植後10日目頃までの増加は、昼夜平均温度の高い区ほど速やかであったが、それ以降の増加数および処理終了時の分げつ数は、恒温処理区では高温区ほど少なく、また、変温処理区においても昼夜平均温度の高い $35-28^{\circ}\text{C}$ の組み合わせ区では、 $35-22^{\circ}\text{C}$ 、あるいは $28-22^{\circ}\text{C}$ の組み合わせ区にくらべて少なかった。また、一般に分げつ数は、恒温処理区にくらべて変温処理区で多くなり、このことは昼夜平均温度がほぼ等しい $28/28^{\circ}\text{C}$ 区と $35/22^{\circ}\text{C}$ 区あるいは $22/35^{\circ}\text{C}$ 区との間にも認められた。これらの結果は、分げつの発生に対する適温は草丈や



第1図 地下部温度処理開始から主程の節位別一次分げつ発生までの日数



第2図 個体当たりの分げつ数の推移

葉令進度に対する適温よりも一般に低く、^{17,21)}また、分けつ期間を低温下で経過する早期栽培において茎数が多くなる^{1,17)}こと、さらには、気温^{11,16)}や水温^{13,24)}の日較差の大きいことが分けつの発生には有利であるとする従来の報告に一致する。そして、これらの処理による分けつ数の差は、第2表に示したように第2,3節分けつ(主として二次分けつ)数の差によるものと考えられる。

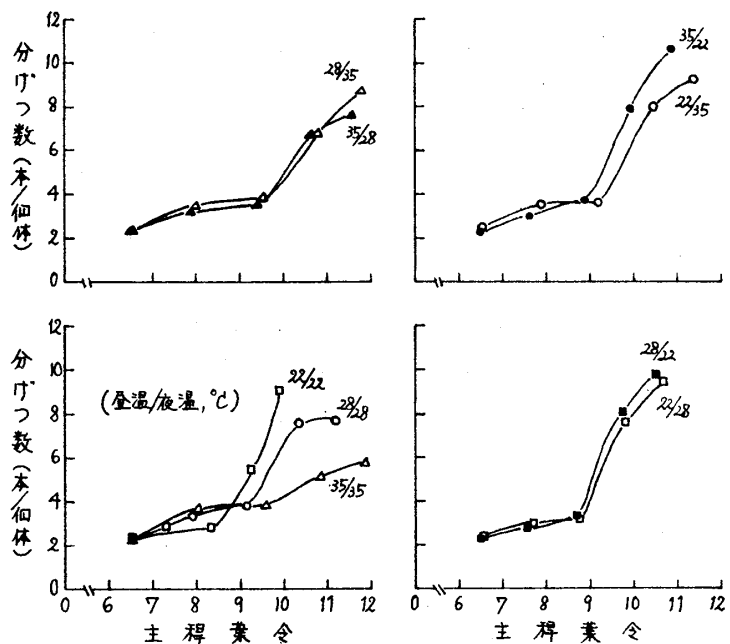
一方、分けつは主稈葉と一定の関係を保ちつつ生長することが知られている⁷⁾ので、処理による主稈の葉令進度の影響を除くために主稈葉令に対する分けつ数の推移をみると第3図のとおりである。なお、主稈の葉令進度は恒温、変温処理にかかわらず、昼夜平均温度の高い区ほど速くなり、^{18,20,21)}また、変温処理区では昼夜平均温度が同じ場合には、夜温が昼温よりも高い場合にいく分速くなった(第4図)。さて、第3図によれば、いずれの処理区においてもあ

る葉令に達してのち急速に分けつ数が増加しているが、その葉令には処理による明瞭な差がみられ、恒温、変温処理区ともに昼夜平均温度の低い区ほど少ない。また、一般に昼夜平均温度の低い区ほど主稈葉令に対する分けつの増加速度は速くなったが、35-22°Cの組み合わせ区にみられるように、昼温または夜温が高い場合には、それぞれ夜温あるいは昼温を低くすることにより、主稈葉令によく対応した分けつの発生がみられた。

次に、主稈および分けつの地上部乾物重についてみると第5(A)図のとおり

第2表 主稈の節位別分けつ数(本)

分けつ	夜温 昼温	22	28	35 °C
第2節	22 °C	2.83	3.00	3.83
	28	2.92	2.25	2.50
	35	3.00	3.00	1.83
第3節	22 °C	2.33	2.75	3.08
	28	3.25	1.67	1.42
	35	2.00	1.92	1.00
第4節	22 °C	1.25	1.08	1.00
	28	0.83	1.00	0.75
	35	1.08	0.75	0.92
第5節	22 °C	0.92	1.00	0.83
	28	0.50	0.92	1.00
	35	1.08	1.17	0.92
第6節	22 °C	1.00	1.00	1.00
	28	1.00	1.00	1.00
	35	1.00	0.83	0.67
第7節	22 °C	0.75	1.00	0.92
	28	1.00	0.83	0.92
	35	1.00	1.00	0.52
第8節	22 °C	—	—	0.17
	28	—	—	—
	35	—	—	—

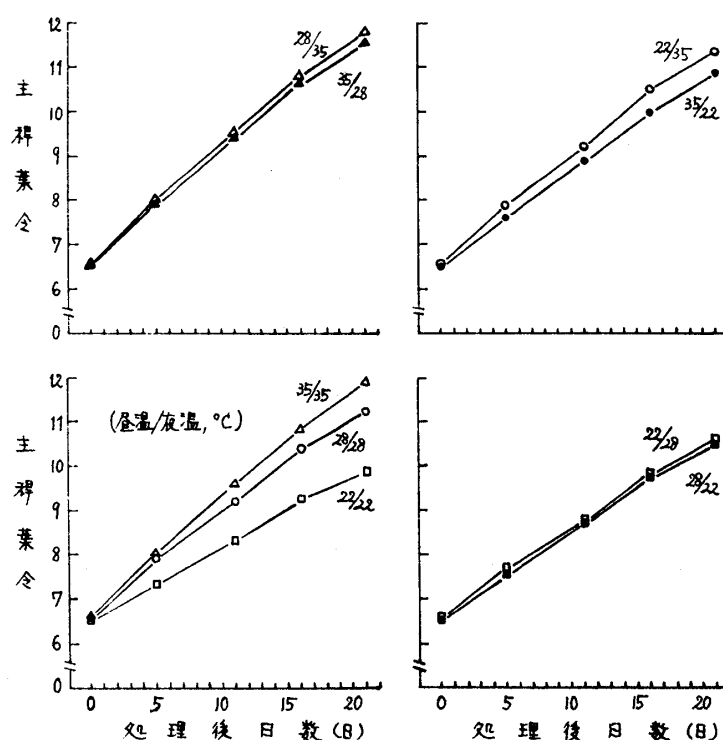


第3図 主稈葉令と分けつ発生数との関係

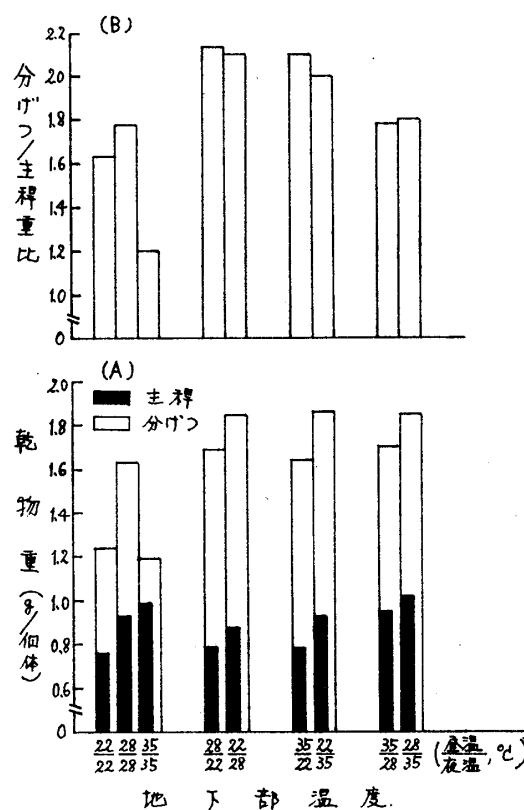
りである。主稈乾物重は恒温，変温処理にかかわりなく，昼夜平均温度の高い区ほど重くなる傾向にあり，著者ら^{25,26)}が既に報告した気温の場合と一致する。また，変温処理区では，昼夜平均温度が同じ場合には昼温より夜温が高い区で重くなったが，これは主稈の葉令差（第4図）に基づくものであろう。一方，分けつ乾物重は，恒温処理区では $28^{\circ}\text{C} > 22^{\circ}\text{C} > 35^{\circ}\text{C}$ 区の順に重くなり，変温処理区では処理温度による差は小さく，昼夜平均温度が同じ場合には主稈乾物重と同様に夜温が昼温より高い区で重くなった。分けつ数と分けつ乾物重との間に必ずしも平行関係

がみられなかったのは，処理による分けつの発生時期の差や分けつの発生と生長に対する適温の差によるものと考えられる。主稈に対する分けつの相対的な生長の程度を知るために，主稈乾物重に対する分けつ乾物重の比をみると第5(B)図のとおりである。主稈に対する分けつの相対的な生長は，いずれも恒温処理区にくらべて変温処理区で良好であり，また，変温処理区では昼夜平均温度の低い $28 - 22^{\circ}\text{C}$ あるいは昼夜温度較差の大きい $35 - 22^{\circ}\text{C}$ の組み合わせ区が有利であることが示された。

以上に述べたように，移植後初期における地下部温度は，分けつ芽の分化・発育に対する直接的な影響と移植苗の活着に対する間接的な影響の両面を通して分けつの発生と生長に影響を及ぼしているものと考えられる。そして，本実験の温度範囲では，移植直後の分けつの発生は活着に有利な地下部温度が



第4図 主稈葉令の推移



第5図 主稈および分けつ乾物重 (A)
並びに分けつ／主稈重比 (B)

高い区で早くなるが、その後の分けつの発生割合は低下し、主稈葉令に対応した分けつの発生がみられず、主稈に対する分けつの生長割合は低下した。従って、移植後初期の分けつの発生数は、一般に低地下部温度下で多くなること、昼間あるいは夜間の地下部温度が高い場合には、それぞれ夜間あるいは昼間の温度を低くして昼夜較差を大きくしてやると分けつの発生が促進され、主稈の生長に対する分けつの生長割合が高くなることが示された。

引用文献

1. 天辰克己 1962. 水稻早植栽培と早期栽培〔13〕. 農及園 37 : 87 - 90.
2. 花田毅一 1974. 作物の分枝性に関する研究. 第8報 異なる照度および温度条件下における水稻品種の分けつ性の差異について. 日作紀 43 : 88 - 98.
3. 星野孝文・松島省三・富田豊雄・定金 章 1968. 水稻収量の成立原理とその応用に関する作物学的研究. 第89報 各種の気温・水温条件下で育成した苗の各種の気温・水温条件下での活着の良否について。(2)葉令が同一の苗を移植した場合. 日作紀 38 : 279 - 286.
4. 柿崎洋生 1976. 制御環境下における分けつ発生と温度との関係. 日作東北支部報 19 : 43 - 46.
5. ——— 1978. 水稻の分けつに関する研究—変温と分けつの消長—. 日作東北支部会報 20 : 20 - 23.
6. ——— 1979. —————— 日夜の温度較差と分けつ—. 日作東北支部会報 22 : 25 - 31.
7. 片山 佃 1951. 稲・麦の分蘖研究. 養賢堂, 東京. 1 - 117.
8. 吉川祐輝 1930. 稲の灌漑水の温度に就きて. 農学研究 14 : 30 - 37.
9. 近藤萬太郎・岡村 保 1930. 水温と稲の生育との関係. 第一報(豫報). 日作紀 2 : 90 - 95.
10. ———・————— 1931. —————— 第二報. 日作紀 3 : 47 - 51.
11. 松島省三・角田公正 1958. 水稻収量の成立原理とその応用に関する作物学的研究. XLV. 生育各期の気温の高低並びに較差の大小が水稻の生育・収量並びに収量構成要素に及ぼす影響. 日作紀. 26 : 243 - 244.
12. ———・田中孝幸・星野孝文 1964. —————— 第71報 生育各期の気温・水温の各種の組み合わせが水稻の生育およびその他諸形質に及ぼす影響. 日作紀 33 : 135 - 140.
13. ———・—————・————— 1965. —————— 第75報 茎葉部・茎基部・根部の各部に対する温度処理が分けつ発生に及ぼす影響. 日作紀 34 : 478 - 483.

14. ———— 1968. ————
第78報 各種の気温・水温条件下で育成した苗の各種の気温・水温条件下での活着の良否について. (1) 苗代日数が同一の苗を移植した場合. 日作紀 37 : 161 - 168.
15. 三本弘乗・山崎季好・工藤聡彦・木野田憲久・小野清治 1977. 水稻苗の活着性に関する研究. 第2報 活着期とその簡易診断法. 青農試報 22 : 37 - 46.
16. 中山治彦・清沢茂久 1955. 水稻の生育及び出穂に及ぼす高夜温の影響. 日作紀 23 : 198 - 199.
17. 佐本啓智・杉本勝男・宇田昌義・鈴木嘉一郎 1958. 水稻早期栽培の穂数増加の原因についての考察. 日作紀 27 : 182 - 184.
18. 佐藤 庚 1962. 水稻の出葉周期に関する一考察. 日作紀 31 : 1 - 5.
19. ———— 1972. 環境に対する水稻の生育反応. 第1報 栄養生長期の生育に及ぼす気温の影響. 日作紀 42 : 388 - 393.
20. 高村泰雄・竹内史郎・長谷川 浩 1960. 土壤温度が作物の生育に及ぼす影響. (第3報) 水稻の出葉速度と土壤温度との関係. (第8報) 水稻体の部位別温度と出葉速度との関係. 日作紀 29 : 195 - 198.
21. 田中孝幸・松島省三・富田豊雄 1968. 水稻収量の成立原理とその応用に関する作物学的研究. 第84報 昼夜水温の変化が水稻苗の生育反応に及ぼす影響. 日作紀 37 : 187 - 194.
22. 東條健二 1930. 地温が水稻に及ぼす一二の生理的影響の観察. 其の一 一初期の生長に於ける影響一. 日作紀 2 : 32 - 50.
23. 植木健至 1959. 暖地における水稻生育に及ぼす灌漑水温の影響. IV. 分けつ期の掛流しによる低水温の効果. 日作紀 27 : 426 - 428.
24. ———— 1965. ———— VI. 栄養生長に及ぼす昼夜水温の影響—特に栽培時期の移動に伴う気温の変化との関連において—. 日作紀 34 : 8 - 12.
25. 山本由徳・前田和美・林 喜三郎 1977. 水稻の植傷みに関する研究. 第4報 移植後の温度とその処理期間が処理後10日間の分けつの生長に及ぼす影響. 日作紀 46(別2) : 151 - 152.
26. ———— 1978. ———— 第5報 移植後の温度とその処理期間が同一葉令時の生長に及ぼす影響. 日作紀 47(別1) : 21 - 22.
27. 八柳三郎 1960. 東北地方における稲作の計画栽培について〔1〕. 農及園 35 : 931 - 934.