

[02]イネにおける3染色体植物の，連鎖研究への利用 に関する基礎的研究

立野，喜代太

<https://doi.org/10.15017/13920>

出版情報：九州大学農学部農場報告. 2, pp.1-89, 1978-02-10. University Farm, Kyushu University
バージョン：
権利関係：

VIII. 3 染色体イネ植物の分けつ性

イネおよびムギ類の3染色体植物に関するこれまでの研究では、分けつ性の詳細について追究した報告はなされていないようである。例えば、*Hordeum vulgare*におけるSMITH (1941), MC LENNAN (1947)およびRAMAGE (1960)はいずれも、当該3染色体植物の分けつが少ないことを報告しているが、その内容や、変動性などについての詳細な研究は行っていない。イネの3染色体植物については、これまで2・3の研究報告(RAMANUJAN 1938, 中森1949, NAGAMATSU 1956, および西村1961, その他)がなされたにもかかわらず、いずれも分けつ性に関しては注目していない。

3染色体イネ植物を用いて連鎖分析の研究を行なう場合、連鎖検定用系統(Linkage tester)との交配の母本となり、また交雑F₁植物中で有用となる3染色体イネ植物がもし生理的な活力にとぼしく、その結果分けつ力が劣り、かつ1穂の着粒率も減少するとなると、連鎖検定用系統との交配はもとより、十分な交雑F₁の種子を得ることができず、連鎖分析を不可能にする危険があると考えられる。事実、3染色体イネ植物の有効穂数が正常2倍体イネ植物のそれに較べて少ないことは、すでに第IV章でのべたところである。イネの有効穂数を決定する最大の要因はイネ個体の持つ分けつ力に帰着するものであるから、本章では3染色体イネ植物の少分けつ性の内容について解析し、さらに、栽培条件を異にした場合の最高分けつ数、ならびに有効穂数の変動性を明らかにするとともに、分けつ数ならびに有効穂数を高めるための2・3の考察を加えた。

1. 実験材料と方法

A実験において、自殖系統の有効穂数の調査は各型の全系統を供試し、1959, 1960の両年にわたって行ない、交雑F₁系統については1960年に調査を行なった。両年とも5月中旬、学内にて小型育苗箱に播種し、ガラス室内または室外で35日ないし37日間育苗したのち、学内圃場に移植した。栽植密度は25×15cmの1本並木植えとした。施肥および栽培管理は当育種学教室の慣行に従った。B実験における分けつの生育時期にともなう推移に関する調査は、1960年A実験と同一の材料を用い、挿秧後10日ごとに生育時期を追ってその推移を追跡した。分けつの分解的な調査はTriplo-1(semi rolled leaf)およびTriplo-3(dwarf)の自殖系統から任意に抽出した3染色体イネ個体について、片山(1951)の方法に従って主稈の出葉性を調査することによって、第何次、第何号分けつが有効穂の形成に関与したかを明確にした。C実験での栽培条件を異にした場合の3染色体イネ植物の分けつ数ならびに有効穂数の変動性に関する一連の研究は、1961および1962の両年にわたって行なったもので、Triplo-1(semi rolled leaf)およびTriplo-3(dwarf)を供試し、栽培時期(普通期栽培5月18日播種、と晩期栽培6月17日播種、いずれも40日育苗)、苗代期間(苗代日数を20日、30日、40日、50日および60日)、栽植密度(密植区10×15cm、と疎植区20×25cm)、本田における施肥量(基肥として、多肥区:標肥区の1.5倍量、標肥区:硫安5.0gr、過磷酸石灰2.5gr、塩化加里2.5gr、および少肥区:標肥区の0.5倍量を施肥、ただし1/2000アール当りの施肥量)、直播きと移植、ならびに2・4-Dの施用と無施用など、それぞれの処理における3染色体イネ植物の分けつ数ならびに有効穂数の変動性を調査した。

2 実 験 結 果

A. 3 染色体イネ植物の少穂性

自殖3染色体イネ植物の場合：3染色体イネ植物の有効穂数が正常2倍体イネ植物に較べて少ないことは、すでに第IV章Bにおいてのべた。正常2倍体イネ植物が最高12.7本(Triplo-2'59)から最低8.9本(Triplo-7'60)で、1959および1960両年の平均穂数が10.3本であったのに対して、3染色体イネ植物の穂数はいずれの型においても減少し、最高7.6本(Triplo-1'59)から、最低4.5本(Triplo-4, '59)で、両年の平均穂数は6.0本にすぎず、全体として正常2倍体イネ植物の約58.6%を示した。3染色体イネ植物の型のうち、Triplo-4の穂数は最も少なく特異性を示したが、他の型では年次による変動が見られ、3染色体イネ植物の型間の著しい差異は認められなかった。

交雑F₁3染色体イネ植物の場合：第31表は3染色体イネ植物を母本として、これに正常2倍体イネ植物(葉緑素変異形質クロリナ“*ch*”と無葉舌“*lg*”の形質をあはせ持つ2重劣性系統F₂-77を用いた)の花粉を配した交雑F₁イネ植物の有効穂数を、交雑F₁正常2倍体イネ植物と、交雑F₁3染色体イネ植物との間で比較したものである。同表から明らかなように、交雑F₁正常2倍体イネ植物の有効穂数は最高18本から最低4本までの個体間変異を示し(病害虫による被害個体はこれを除外した)、系統間では最高10.2本(Triplo-1)から最低7.3本(Triplo-5)で、全系統の平均が9.1本であったのに対して、交雑F₁3染色体イネ植物の穂数は著しく劣り9本から1本までの個体間変異を示し、系統間では最高3.6本(Triplo-4)から、最低2.6本(Triplo-5)で、全体の平均穂数はわずかに3.1本にすぎなかった。

B. 3 染色体イネ植物の生育経過にともなう分けつの変移と有効茎歩合

自殖3染色体イネ植物の場合：第15図(Triplo-1)および第16図(Triplo-3)の実線は、3染色体イネ植物と正常2倍体イネ植物との生育経過にともなう分けつの変移を比較したものである。Triplo-1についてみると、第15図から明らかなように、正常2倍体イネ植物の分けつが9個体の平均で、移植後30日(14.3本)ないし40日(17.9本)で急激な増加を示し、最高分けつ期と目される移植後50日では19.6本に達したのに対して、3染色体イネ植物の分けつ数の増加は極めて緩慢で、調査された8個体の平均は移植後30日で4.2本、40日後で7.1本を示し、最高分けつ期と目される移植後50日目でも8.9本にすぎず、正常2倍体イネ植物のこの時期における分けつ数の半分以下であった。最高分けつ期を過ぎて移植後60日、70日さらに80日を経過するにつれて分けつ数は両者とも減少したが、その傾向は正常2倍体イネ植物と3染色体イネ植物とでは著しくその変移を異にしていた。すなわち、正常2倍体イネ植物が移植後60日、70日さらに80日で、それぞれ19.0本、17.5本、さらに14.3本と急激な茎数の減少を示したのに対して、3染色体イネ植物の分けつ数は9.0本、8.2本、6.9本と減少の度合いが顕著でなかった。したがって、収穫期における有効茎歩合は正常2倍体イネ植物が65.9%であったのに対して、3染色体イネ植物は71.8%で、後者が前者に較べて約6%の高い有効茎歩合を示した。Triplo-3の3染色体イネ植物においてもTriplo-1における茎数の変移とほぼ同様な傾向を示したので、結果についての詳しい説明はこれを省略した。

交雑F₁3染色体イネ植物の場合：第15図(Triplo-1)および第16図(Triplo-3)の破線は、交雑F₁3染色体イネ植物の生育経過にともなう分けつ数の変移を示したものである。同図から明らかなように、Triplo-1との交雑F₁3染色体イネ植物の分けつ数の増加は極めて緩慢で、調査された5個体の

平均は移植後30日で3.8本、40日後で5.2本を示し、最高分けつ期と目される移植後50日目でも、わずかに5.8本にすぎず、正常2倍体イネ植物におけるこの時期の分けつ数の $\frac{1}{2}$ 以下にすぎなかった。最高分けつ期をすぎて移植後60日、70日さらに80日の分けつ数の減少は顕著でなく、それぞれ5.2本、4.3本、3.9本で、収穫期における有効穂数はわずかに3.8本にすぎなかった。しかし、有効茎歩合は比較的高かった(83.4%)。Triplo-3においてもTriplo-1との交雑F₁3染色体イネ植物の分けつ茎数の推移とほぼ同様な傾向を示した。

分けつの分解的観察：第17図は、収穫時における自殖3染色体イネ植物の分けつ性の分解的観察を行なった結果の一部(Triplo-1のみ)を示したものである。同図から明らかなように、3染色体イネ植物の有効茎は主として第1次分けつのみにとどまり、第2次および第3次などの高次の分けつはほとんど認められなかった。例えば、同図Aにおける第2次分けつはわずかに1本にすぎず、他は主稈ならびに第1次分けつであった。B、CならびにDの各個体においては第2次分けつの存在は認められなかった。これら第1次分けつは6号から11号までの節に分布し、同図Aでは第9節および第10節における9号および10号の第1次分けつは休眠、もしくは無効茎化した。図Bでは8号、11号、図Cでは6号、10号、11号が、図Dでは6号、8号、10号、11号の各第1次分けつが休眠、もしくは無効茎となった。3染色体イネ植物の出葉速度は、正常2倍体イネ植物のそれに較べてやや遅く(第18図：播種後40日目の3染色体イネ植物の同一系統内における葉位と草丈の関係を示した。破線内の個体は3染色体イネ植物が期待される。)、かつ第2次分けつの発達も極めて少ないので、その結果、上述のように3染色体イネ植物の分けつ数の増加は極めて緩慢で、少穂性を示した。

C. 栽培条件を異にした場合の3染色体イネ植物の分けつ性

栽培時期と分けつ：第32表は、普通期栽培(5月18日播種)と晩期栽培(6月17日播種)における、いずれも40日育苗後移植した3染色体イネ植物の分けつ性を示したものである。同表から明らかなように、最高分けつ数、有効穂数はともに普通期栽培の方が優っていたが、有効茎歩合は晩期栽培の方がやや高かった。例えば、Triplo-1の3染色体イネ植物についてみると、普通期栽培での最高分けつ数は9.0本、有効穂数が5.9本であったのに対して、晩期栽培の最高分けつ数は6.1本、有効穂数では5.0本で、普通期栽培の最高分けつ数、有効穂数はともに晩期栽培に較べて優っていた。有効茎の歩合は晩期栽培(81.4%)の方が普通期栽培(65.2%)に較べて高い値を示した。Triplo-3における3染色体イネ植物の分けつ性についても、Triplo-1における結果とほぼ同様であった。

苗代期間と分けつ：第33表は、苗代期間を異にした場合の3染色体イネ植物の分けつ性を示したものである。同表から明らかなように、苗代期間の長短によって最高分けつ数ならびに有効穂数の変動が認められ、早植えほど最高分けつ数、有効穂数ともに多く、苗代期間が長くなるほど最高分けつ数、有効穂数はともに減少した。例えば、20日苗の最高分けつ数は10.2本を示し、40日苗では9.0本、60日苗ではわずかに3.8本にすぎなかった。また、有効穂数は20日苗で6.4本、40日苗で5.9本、さらに60日苗ではわずかに3.2本であった。有効茎歩合は20日(62.7%)、40日(65.2%)、さらに60日(83.0%)と苗代日数を長くするほど高い値を示した。

栽植密度と分けつ：第34表は栽植密度と分けつ性との関係を明らかにしたものである。3染色体イネ植物の最高分けつ数、および有効穂数はともに密植よりも疎植の方が優っていた。密植区における最

高分けつ数は7.3本であり、有効穂数は4.8本であったのに対して、疎植区での最高分けつ数は9.9本、有効穂数は6.2本で、疎植区がともに密植区をしのいだ。一方、有効茎歩合は疎植区（63.3%）の方が密植区（66.3%）よりもやや低い値を示した。

施肥と分けつ：第35表は本田における施肥量を変えた場合の分けつの変動性を示したものである。Triplo-1における3染色体イネ植物の有効穂数は、少肥区が12個体の平均で3.4本であったのに対して、標肥区（8個体）および多肥区（9個体）ではそれぞれ平均5.4本、6.2本であって、施肥量を増すことによって有効穂を多少高めることができたが、正常2倍体イネ植物におけるほどの施肥の効果は認められなかった。

直播きと分けつ：3染色体イネ植物を直播きすると、主稈の分けつ節位の低下が認められる。第19図は、直播き個体の収穫期における分けつの解剖的な観察を行なった結果の1例であるが、同図に示されるように、第1次分けつは主稈第3節から第9節に認められ、第8節の8号分けつのみが休眠、もしくは無効茎となった。4号1次分けつからは、さらに第2次分けつの発達が認められ、移植普通栽培におけるよりも、若干の有効穂の増加が認められた。

2・4-Dの施用と分けつ：除草剤2・4-Dを挿秧後約20日目に施用した場合と、無処理の場合との3染色体イネ植物の分けつの様相を比較した。圃場観察による結果は第36表に示す通りである。同表から明らかなように、2・4-D処理による3染色体イネ植物の有効穂数の減少は認められなかった。しかし、2・4-D処理区では、3染色体イネ植物と目される弱少個体の葉害による枯死が目立った。

3. 考 察

3染色体イネ植物の分けつ力は正常2倍体イネ植物に較べて劣り、かつ少穂性を示すことが本実験の結果から明らかとなったが、前述のように、*Hordeum vulgare*では3染色体植物の分けつ数が正常2倍体植物よりも劣ることを記述した2・3の報告がある（SMITH 1941, MC LENNAN 1947, および RAMAGE 1960）。例えばRAMAGEの報告によると、*Hordeum vulgare*における3染色体植物の分けつ力が正常2倍体植物よりも劣り、正常2倍体植物の有効穂数が9本であったのに対して、3染色体植物の有効穂数は平均約5本で、個体によってはわずかに2本のものも見られ、いずれも少穂性を示していた。このような3染色体植物の少けつ性、ないし少穂性を示す植物体内の生理的な諸要因に関しては、本実験ではふれていない。いずれにしても、3染色体イネ植物が持つ過剰染色体のために、遺伝子の部分的な重複による遺伝子構成内容が攪乱される結果、分けつに作用する代謝系の活力そのものの劣弱化、もしくは遅延などによるものと考えられるが、さらにこの方面の研究を進めることが必要であろう。

交雑F₁ 3染色体イネ植物の最高分けつ数、もしくは有効穂数が、正常2倍体イネ植物とは勿論、自殖系統の3染色体イネ植物に較べて減少することは注目しなければならない。一般に了解されているように、他殖性作物のみならず、イネ・ムギ類などの自殖性作物においては、交雑F₁植物の稈長、穂長、その他の主要形質において雑種強勢(Heterosis)の現象が認められるものであるが、3染色体イネ植物の分けつ力が交雑F₁世代において、雑種強勢を示さないことは興味がある。このことは、劣性

遺伝子をもつ2倍体イネ植物との交雑による3染色体イネ植物が示す雑種強勢の程度よりも、遺伝子構成内容の激変による、分けつに関与する代謝系の劣弱化がより多かった結果と考えられる。

以上の結果から、3染色体イネ植物の連鎖分析研究への応用の面で注意しなければならないことは、自殖系統ならびに交雑F₁の3染色体イネ植物がいずれも少けつ性であることを十分に考慮して、分析に支障をきたさないだけの3染色体イネ植物の交配母本なり、交雑F₁3染色体イネ個体を養成することが肝要であろう。

3染色体イネ植物の生育経過にともなう分けつの推移を調査した。3染色体イネ植物が正常2倍体イネ植物に較べて、最高分けつ数、有効穂数ともに劣ることは明らかであるが、自殖3染色体イネ植物の場合の最高分けつ9.0本中、71.8%が有効茎となり、のこりの28.2%は無効茎化している。また、交雑F₁3染色体イネ植物の場合でも、16.6%が無効茎化した。このような無効茎となった分けつを把握する目的から、3染色体イネ植物の分解的な観察を行なった。その結果、主稈より分枝する第1次分けつが数節において休眠、もしくは無効茎化していることを確かめた。休眠芽はともかく、これら無効茎化した第1次けつ子は、外圃条件の以何によっては有効茎化するものと考えられる。

そこで、種々の栽培条件を与えた場合、3染色体イネ植物の分けつ数、ならびに有効穂数がどのように変動するかを調査した。その結果、栽培時期、苗代期間、栽植密度、本田における施肥量、直播きなどの栽培条件を考慮することによって、3染色体イネ植物の有効穂数をいく分増加させ得ることが実験的に確かめられた。すなわち、本実験の範囲内では早植えほど、若苗ほど、疎植ほど、そして多肥ほど有効穂数を増加することが可能であり、また直播きは、移植栽培では当然休眠すると考えられる第1……5号位までの下位の第1次分けつを有効化するもので、特に交雑F₁3染色体イネ植物の養成にあたって実施さるべきことを強調したい。また、2・4-Dの施用による3染色体イネ植物の有効穂数の減少は認められなかったけれども、3染色体イネ植物と目される弱小個体の薬害による枯死が目立ったことは、交雑F₁3染色体イネ植物の養成、ならびに交雑F₂集団の養成にあたって、十分に考慮しなければならない栽培管理上の問題であろう。

4. 摘 要

3染色体イネ植物の分けつ性の内容を解析し、さらに栽培条件を異にした場合の最高分けつ数ならびに、有効穂数の変動性を調査して、次の結果を得た。

- (1). 3染色体イネ植物の分けつ力は正常2倍体イネ植物に較べて劣り、かつ少穂性を示した。
- (2). 交雑F₁3染色体イネ植物の分けつ力は劣り、最高分けつ数、もしくは有効穂数は正常2倍体イネ植物とは勿論、自殖3染色体イネ植物と較べて減少した。
- (3). 3染色体イネ植物の分けつ性を分解調査した結果、主稈より分枝する第1次分けつが数節において休眠、もしくは無効茎化していることを確かめた。
- (4). 栽培条件を考慮することによって、3染色体イネ植物の有効穂数をいく分増加させ得ることが実験的に確かめられた。すなわち、早植えほど、若苗ほど、疎植ほど、また多肥ほど有効穂数を増加させることができる。

(5). 直播きは下位の第1次分けつを有効化して、有効穂数を増すので、特に交雑F₁ 3染色体イネ植物の養成にあたって採用すべきことを強調した。

(6). 2・4-Dの施用による有効穂数の減少は認められないが、3染色体イネ植物と目される弱小個体の薬害による枯死が多いことから、交雑F₁ 3染色体イネ植物の養成、ならびに交雑F₂ 集団の養成にあたって、十分に考慮しなければならない栽培管理上の問題であることを指摘した。

(7). 栽培の条件や管理の面を考慮することによって、自殖ならびに交雑F₁ 3染色体イネ植物の有効穂数をいく分増加させ得るにしても、正常2倍体イネ植物に較べて少穂性を示すことは明らかであるので、このことを十分に考慮して連鎖分析に支障をきたさないだけの3染色体イネ植物の交配母本なり、交雑F₁ 3染色体イネ植物を養成することが必要なことを指摘した。

Table 31. Comparison of number of panicle between trisomics and disomics in F₁ hybrids.

Cross combination	Trisomics			Disomics		
	No. obs.	Range	Mean	No. obs.	Range	Mean
Triplo-1 × 2n ※	7	1~6	2.71	11	7~18	10.18
◇ -2 × 2n	9	1~8	3.40	15	6~15	9.86
◇ -3 × 2n	8	1~6	2.95	14	5~14	8.64
◇ -4 × 2n	11	2~9	3.61	18	4~15	9.49
◇ -5 × 2n	10	1~7	2.62	13	6~11	7.28
Average	—	1~9	3.06	—	4~18	9.09

※ 2n : Linkage tester, Fl-77 (including double recessive genes "ch" and "lg")

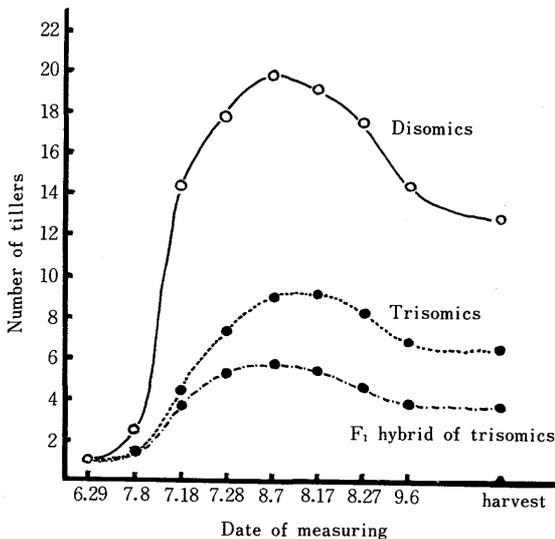


Fig. 15. Number of tillers in trisomics (Triplo-1 : semi-rolled leaf)

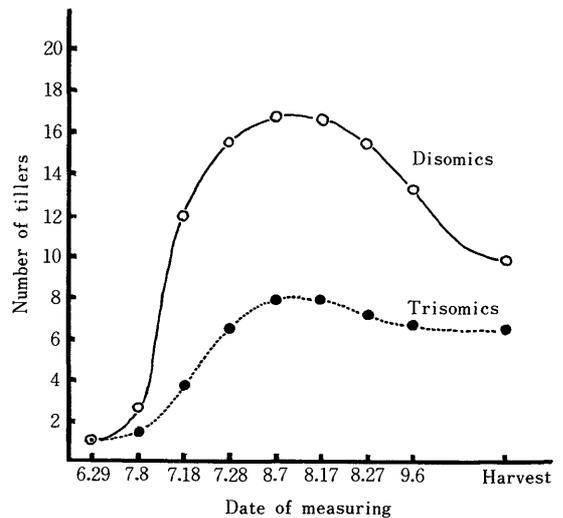


Fig. 16. Number of tillers in trisomics (Triplo-3 : dwarf)

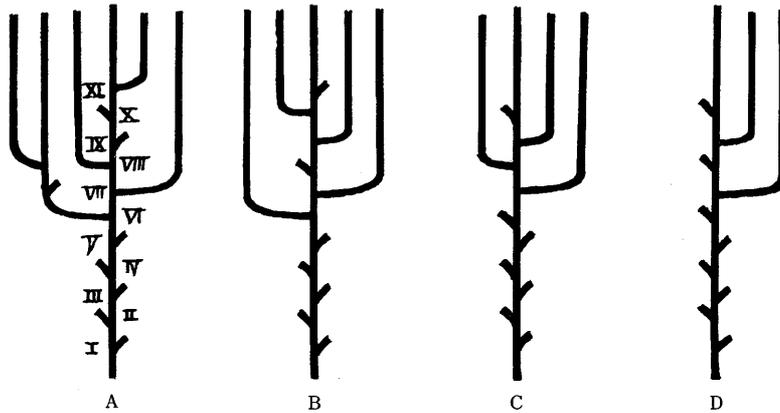


Fig. 17. Schematic diagram of tillers in trisomics under the ordinary cultivation

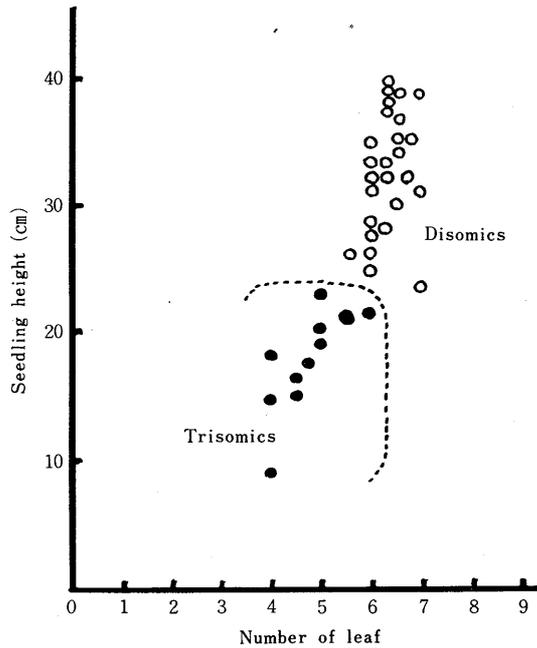


Fig. 18. Relationship between seedling height and number of leaf at 40 days after sowing. (Triplo-1 : semi-rolled leaf)

Table 32. Tillering habit of trisomics in different cultivation period (1961).

Cultivation period	Type of trisomic	Number of tillers at maximum tiller number stage(T)	Number of available panicle at harvest time(P)	Available panicle ratio (P)/(T) ratio
Ordinary cultivation	Triplo-1	9.03	5.89	65.23
	“ -3	8.83	6.08	68.86
Late cultivation	Triplo-1	6.12	4.98	81.37
	“ -3	5.28	4.12	78.03

Sowing time : Ordinary cultivation, May, 18
Late cultivation, June, 17

Table 33. Tillering habit of trisomics in different days from sowing to transplanting (1961).

Date of transplanting	Days from sowing to transplanting	Number of tillers at maximum tiller number stage(T)	Number of available panicle at harvest time(P)	Available panicle ratio (P)/(T) ratio
june, 7	20	10.18	6.38	62.67
“ 17	30	9.24	6.04	65.37
“ 27	40	9.03	5.89	65.23
july, 7	50	6.15	4.72	76.75
“ 17	60	3.82	3.17	82.98

Used Triplo-1 (semi rolled leaf)
Date of sowing : May, 18.

Table 34. Tillering habit of trisomics in different spacing of transplantation (1961).

Spacing of transplantation	Number of tillers at maximum tiller number stage(T)	Number of available panicle at harvest time(P)	Available panicle ratio (P)/(T) ratio
narrow spacing (10×15cm)	7.25	4.81	66.34
wide spacing (20×25cm)	9.86	6.24	63.29

Date of sowing : May, 18.
Days from sowing to transplanting : 30 days.

Table 35. Tillering habit of trisomics in different amount of fertilizer applied (1961).

Amount of fertilizer applied	Number of available panicle at harvest time
light	3.43
middle	5.41
heavy	6.22

Date of sowing : May, 18.
Days from sowing to transplanting : 30 days.

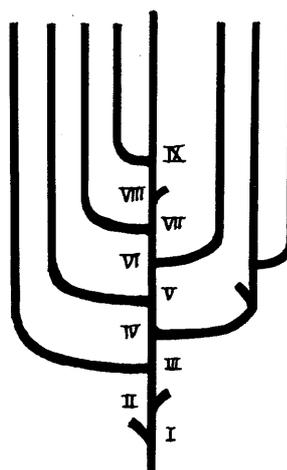


Fig. 19. Schematic diagram of tillers in trisomics under the direct sowing cultivation.