

# 水稻の生産性におよぼすタイヌビエの影響

村上道夫・中西宏夫・森 重之・富永 達

MICHIO MURAKAMI, HIROO NAKANISHI, SHIGEYUKI MORI and TOHRU TOMINAGA

## Influence of barnyardgrass (*Echinochloa crusgalli* BEAUV. var. *oryzicola* OHWI) on the productivity of paddy rice

**要旨：**水稻の生産性におよぼすタイヌビエの影響をみるために、タイヌビエの発生時期や生育期間を人為的に変化させて検討した。すなわち、熟期の異なる水稻2品種の種々の生育時期にタイヌビエを混植あるいは除草することによって、タイヌビエとの競争による水稻の減収要因を生長解析によって分析した。

その結果、いずれの競争区においても水稻の収量は単植区よりも減少し、両植物の競争期間が長いほど、また、この競争が生起する生育時期が早いほど減収率は大きかった。この収量減を収量構成要素の面よりみれば、1穂重の減少によるよりも、むしろ穂数減に起因するところが大きく、さらに、水稻の乾物生産性の面から分析すれば、生育初期における NAR と出穂期以後における CGR の低下によるものと推察された。一方、水稻品種の早晚性よりみた場合、タイヌビエの影響は晩生品種におけるよりも早生品種においてかなり大きくあらわれた。

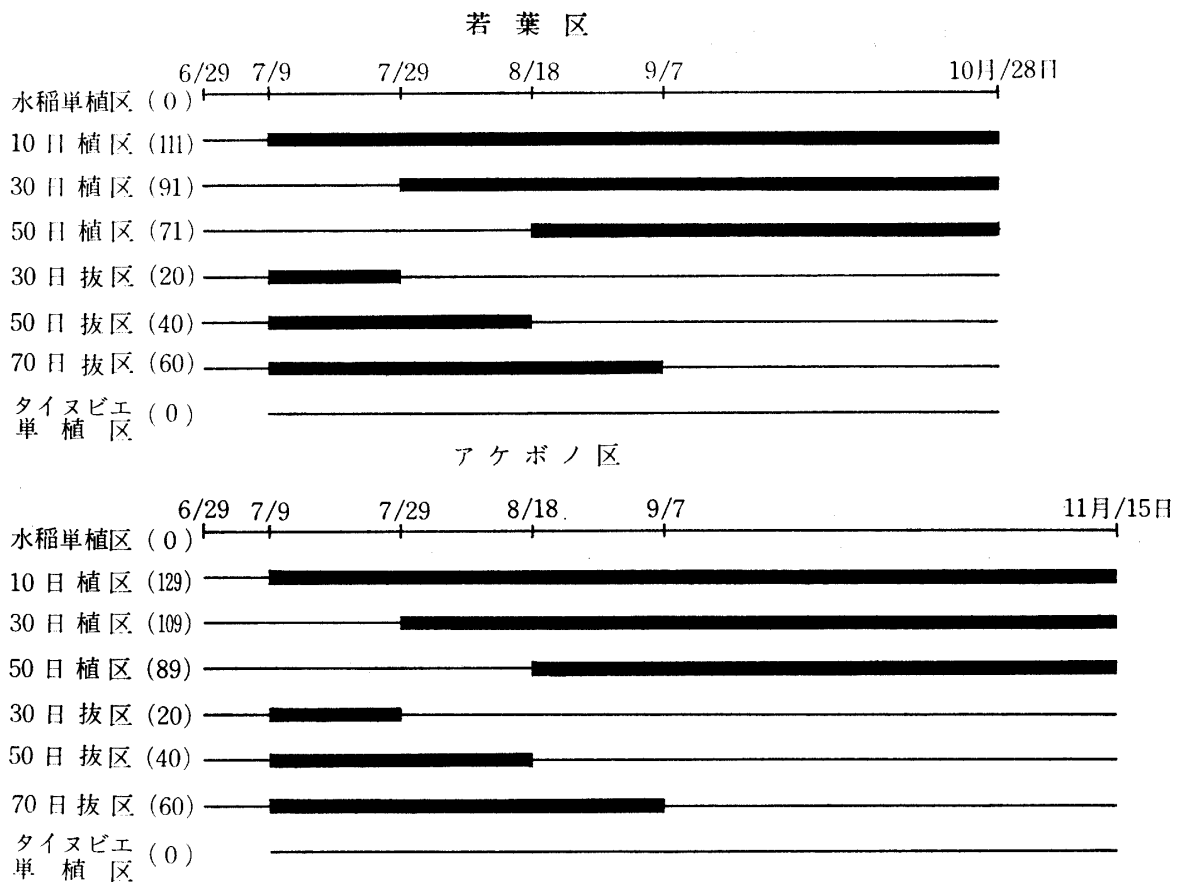
### I 緒 言

作物の生育期間中に発生する雑草は、作物の形質発現に影響をおよぼす重要な環境要因の一つである。すなわち、雑草は養水分や日射量などに関して、作物と激しく競争し、その収奪作用の結果、作物の生産性は著しく低下するのみならず、品質の劣悪化をもたらす。農業生産面における被害はきわめて大きい。最近、このいわゆる雑草害を防除する各種の方法が考究され、かなりの成果をあげるようになってきたが、雑草の生態的特性が十分に解明されていない現状では、その効果的防除法の確立はきわめて困難であるといえよう。

イネ科1年生草本タイヌビエ(*Echinochloa crusgalli* BEAUV. var. *oryzicola* OHWI) はわが国各地域の水田に共通して認められる水稻の強害草であるが(笠原：1948)、水稻の収量を減少させる程度は本雑草の発生時期によって著しく異なり、さらに水稻の草型や早晚性

などによってもかなり異なることが知られている(野田ら：1968, 野田ら：1971, Smith：1968, 1974)。本雑草の発生時期については、種子休眠に関する個体差、あるいは種子の存在する土壌深度に関する個体差があることなどより、その出芽はかなり不斉である。この点に関して宮原(1972)は、6月下旬の入水で、本雑草の発生は8月下旬にまで及ぶと報告している。さらに、その生育相および草状は水稻に非常に類似する擬態型雑草(笠原：1968)であることより、一度の除草によって、水稻の全生育期間にわたってその発生を防除することが困難な雑草であるといわれている。

水稻とタイヌビエの競争に関しては、従来より数多く報告されている(荒井ら：1956, 千坂：1966, Smith：1968など)が、水稻に対するタイヌビエの影響を、その発生時期別に検討した報告例は殆んど認められず、また、水稻の品種別、生育時期別に本雑草の影響を生長解析の面より分析したのものには、わずかに山



第1図 水稲とタイヌビエの競争時期および期間

注) 太線部および( )内の数字は競争期間を示す

脇ら(1977)の報告があるにすぎない。

本実験はこのような視点より、熟期の異なる水稲2品種を供試して、水稲の収量性におよぼすタイヌビエの影響をその発生時期別および生育期間別に検討するとともに、本雑草による水稲の収量減はいかなる要因に基づくものであるかを、生長解析法によって考察しようとしたものである。

## II 実験材料および実験方法

本実験に供試した水稲品種はやや早生の若葉およびやや晩生のアケボノの2品種である。両品種を1977年5月17日に本学農学部附属農場の苗圃に播種し、6月29日に栽植密度  $21\text{ cm} \times 21\text{ cm}$  の1株1本植で本田に定植した。一方、タイヌビエは京都大学農学部雑草学研究室より分譲された1976年産種子を用い、植え付けの12日前にバットに播種、育苗した幼苗を各試験区に、水稲との混植比が1:1となるように定植した。各試験区的设计、すなわち、水稲とタイヌビエの競争時期および競争期間の概要は第1図に示すとおりである。圃場設計は2回反復の分割試験区法に従い、まず水稲品種を大試験区( $2.52\text{ m} \times 11.76\text{ m}$ )に配置し、

種々の競争区は小試験区( $1.26\text{ m} \times 2.94\text{ m}$ )に任意に配置した。水稲とタイヌビエの競争様式をさらに詳細に示せば以下のとおりである。

水稲単植区：自然発生のすべての雑草を手取り除草したいわゆる全期間無雑草区。

10日植区、30日植区、50日植区：水稲移植後10日目、30日目および50日目にタイヌビエ(12日苗)を水稲の各株から等距離を植え付け、他の雑草はすべて除草した区。

30日抜区、50日抜区、70日抜区：水稲移植後10日目にタイヌビエを植え付け、その20日後、40日後および60日後(水稲移植後30、50および70日後)に抜き取り、その後は無雑草区。

タイヌビエ単植区：水稲移植後10日目に水稲と同じ密度でタイヌビエのみを植え付け、その他の雑草は全期間無雑草区。

調査は、両水稲品種区とともに、水稲移植後10日目(7月9日)、幼穂分化期(若葉：7月29日、アケボノ：8月10日)、出穂期(若葉：8月23日、アケボノ：9月10日)および成熟期(若葉：10月28日、アケボノ：11月15日)の4生育時期に行ない、前3時期にはそれ

ぞれ6個体を、成熟期においては9個体を各試験区の中央部より任意に抽出し、調査個体とした。調査形質は、前3時期では草丈、葉面積および乾物重（同化部と非同化部）であり、成熟期においては、草丈（根際より穂の先端までの長さ）、分げつ数、穂数、穂重および乾物重を調査した。なお、穂重および乾物重については、風乾後、さらに80℃で24時間乾燥後秤量した。

### III 実験結果および考察

第2図は、水稻とタイヌビエの草丈の推移をそれぞれの単植区、10日植区および30日植区についてのみ示したものである。水稻の草丈は両品種とも10日植区、30日植区ともに単植区と類似した伸長傾向を示し、この傾向は他の試験区においてもほぼ同様であり、一般に、水稻の草丈伸長に対するタイヌビエの抑制効果は比較的小さいものと考えられる。一方、タイヌビエの草丈伸長は水稻よりも急速であり、とくに、30日植区のタイヌビエは単植区よりも植え付け時期が20日遅れているにもかかわらず、若葉区では水稻の出穂期に、アケボノ区では幼穂分化期に単植区とほぼ同程度の草丈に達している。このことは、タイヌビエの雑草としての特性の一面を示すものと考えられ、遅れて発生するタイヌビエの草丈伸長はとくに急速であり、これはまた水稻との光の収奪に関して、本雑草はかなり強い競争力を有することを類推させるものである。

水稻の収量性におよぼすタイヌビエの影響は第3図に示すとおりである（なお、本図における収量は、1個体当りの全穂重をもって示している）。若葉区の収量は全試験区において単植区よりも有意に減少し、アケボノ区においても、70日抜区、30日植区および10日植区で有意に減少している。とくに、若葉10日植区における減収率は著しく、約70%にも達している。また若葉70日抜区、アケボノ70日抜区および10日植区においても約50%の減収率を示し、タイヌビエとの競争期間が長い区の減収程度が大きいことを示唆している。水稻収量へのタイヌビエの影響を水稻の早晚性の面よりみれば、概して早生の若葉が大きく、晩生のアケボノでは小さい傾向にあるが、これは両品種の生育相が異なることに起因しているものと推察される。この点に関しては、Smith (1974) も水稻とノビエの競争試験より、晩生品種よりも早生品種において減収率が大きくなるという同様の結果を報告している。

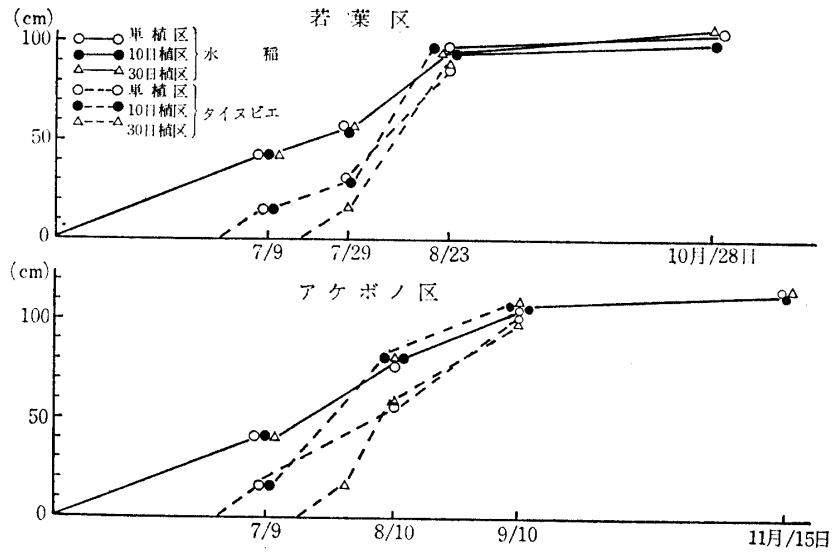
上述のように、一般にタイヌビエによる水稻の収量減は両植物の競争期間が長いほど大であったが、この関係は、競争時期が異なることによってかなり変化するものと考えられる。従って、この収量減をタイヌビ

エの発生時期別に分析すれば、競争時期による影響は大きく、例えば、若葉の30日抜区は競争期間が20日で単植区よりも24%の減少を示すのに対し、50日植区では競争期間が71日であるにもかかわらず、その減収率は16%にとどまっている。さらにアケボノ区についても50日植区は有意な収量減を示していない。従って、タイヌビエとの競争による水稻の収量減は、一般に、水稻の幼穂分化期以前に発生するタイヌビエに起因するところが大きく、出穂期以後に発生するタイヌビエの影響は比較的小さいものと推察される。

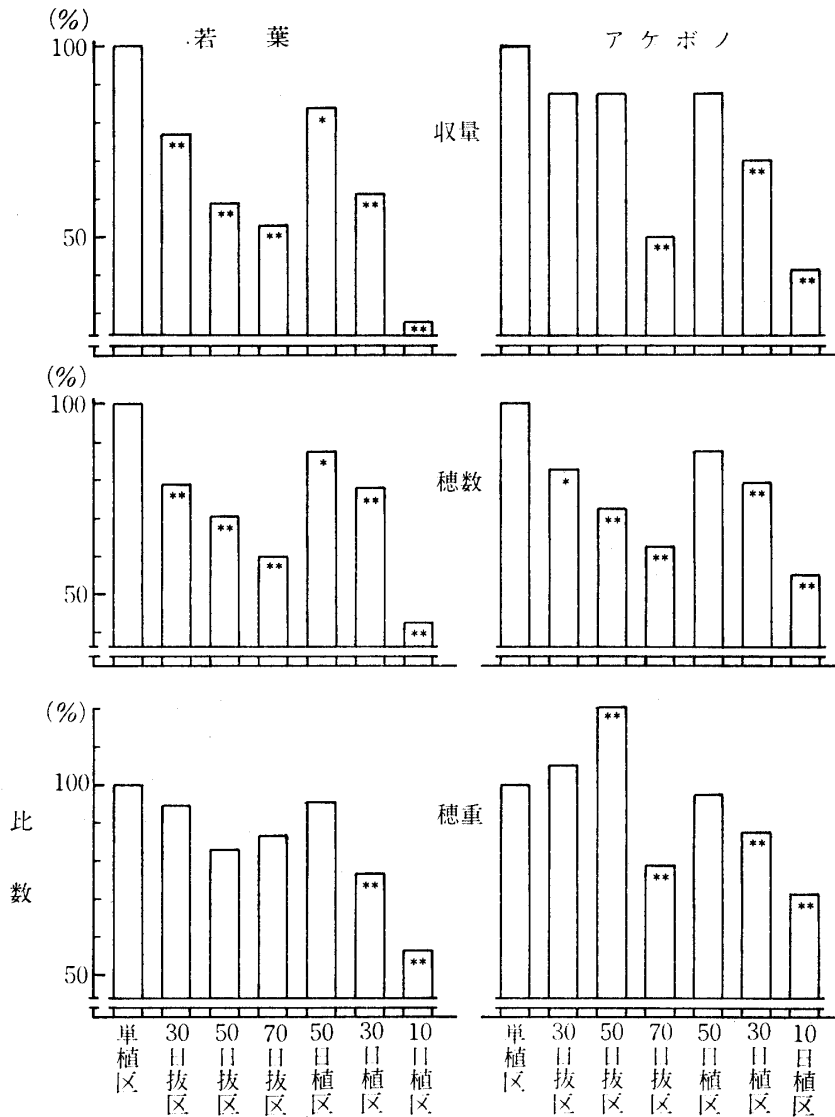
次に収量構成要素の面より検討すれば、図より明らかのように、タイヌビエとの競争による収量減は、1穂重の減少によるよりもむしろ穂数の減少に起因するものと考えられる。例えば、若葉70日抜区の単植区に対する減収率は47%であり、これを1穂重および穂数の面よりみれば、1穂重の13%減に対し、穂数減は40%であり、その減少程度は著しく大きい。また、アケボノ30日抜区および50日抜区の1穂重は単植区よりもそれぞれ6%および22%増加し、穂数の減少をかなり補っており、その結果、収量減は12%から13%にとどまっている。これには、穂数減を穂重増で補おうとする個体としての補償作用が働いているものと思われるが、この点に関しては今後さらに詳細に検討する必要があるものと考えられる。以上のように、タイヌビエとの競争によって生起する水稻の収量減は主として穂数減によるものと考えられるが、Swainら(1975)もタマガヤツリによる水稻の収量減は、主として穂数の減少に基づくものであり、穂の大きさの減少は第2要因であることを報告している。また、渡部ら(1963)によれば、雑草による水稻の登熟歩合への影響は比較的小さく、収量減は穂数減とこれに次いで1穂粒数の減少に起因すると指摘している。

第4図は、水稻の穂数、乾物重および収量と競争期間との関係を検討するために、単植区、30、50、70日抜区および10日植区に関して回帰関係を示したものである。いずれの形質においても競争期間との間にきわめて高い負の有意相関が認められ、競争期間が長くなるほど、各形質の発現力は減少することを示している。また、負の回帰係数の絶対値をみれば、いずれの形質においても若葉区はアケボノ区よりも大きく、タイヌビエとの競争によるこの3形質の1日当りの減収率、すなわち、雑草害の程度は早生の若葉の方が晩生のアケボノよりも大きいことを示している。

以上は、水稻に対するタイヌビエの影響を収量性の面より検討したものであるが、これを乾物生産性の面より分析すれば以下のとおりである。

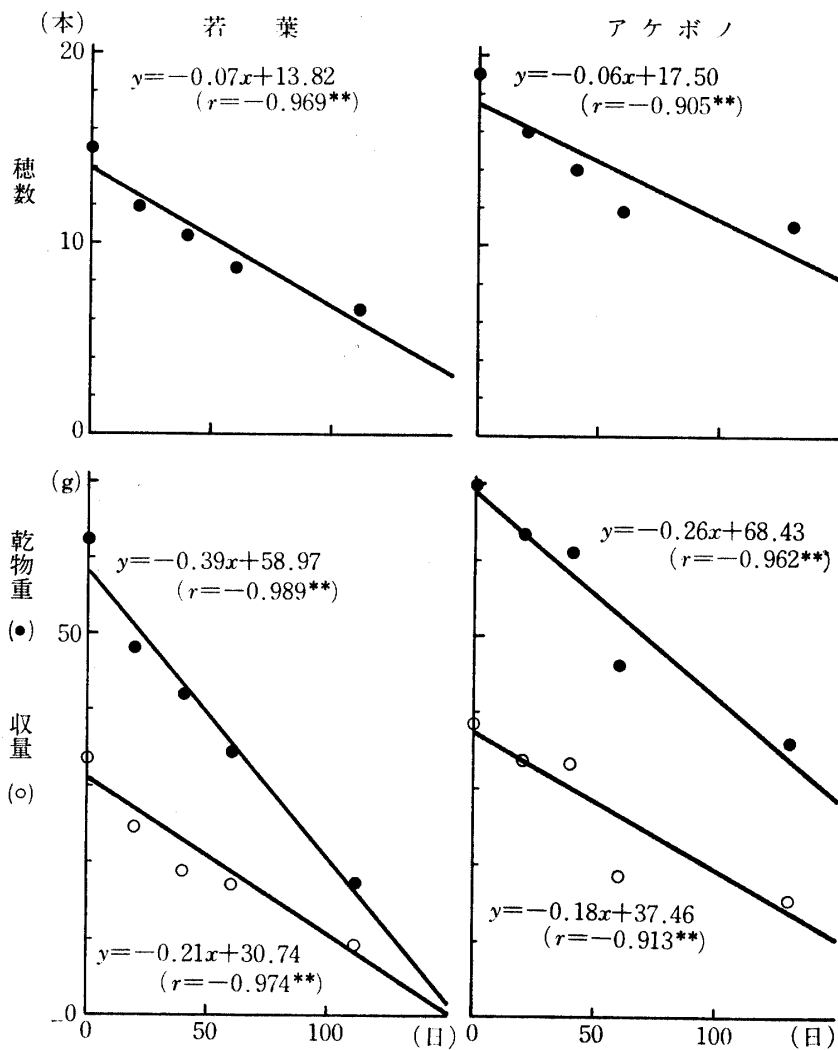


第2図 各試験区における草丈の推移



第3図 各試験区における水稲の収量性の比較

注) \*,\*\*は各々5%, 1%水準で単植区に対して有意差のあることを示す



第4図 水稻の穂数、乾物重および収量と競争期間との関係  
注) \*\*: 1%水準で有意

第5図は、水稻の乾物生産の時期別推移と出穂期における葉面積を示したものである。水稻の両品種区ともに、タイヌビエ植え付け区の乾物重は、単植区と比較して出穂期以後にかなり減少しており、このことは個体群生長速度 (CGR) の推移にも明らかに表われている。すなわち、単植区の乾物増加割合は出穂期以後においても増大するのに対して、植え付け区では減少している。この傾向はとくにタイヌビエとの競争が生育初期から始まる10および30日植区において顕著である。一方、抜き取り区における CGR の減少程度は概して小さく、乾物重の増加割合は出穂期以後においてもあまり減少しない。このことは、タイヌビエが繁茂する条件下での乾物増加量は出穂期以後において相対的に減少し、タイヌビエがすでに除草された条件下での乾物生産性は殆んど変化しなかったことを示すものである。以上のことはまた、植え付け区における水稻は出穂期以後においても限られた養分および日射量に

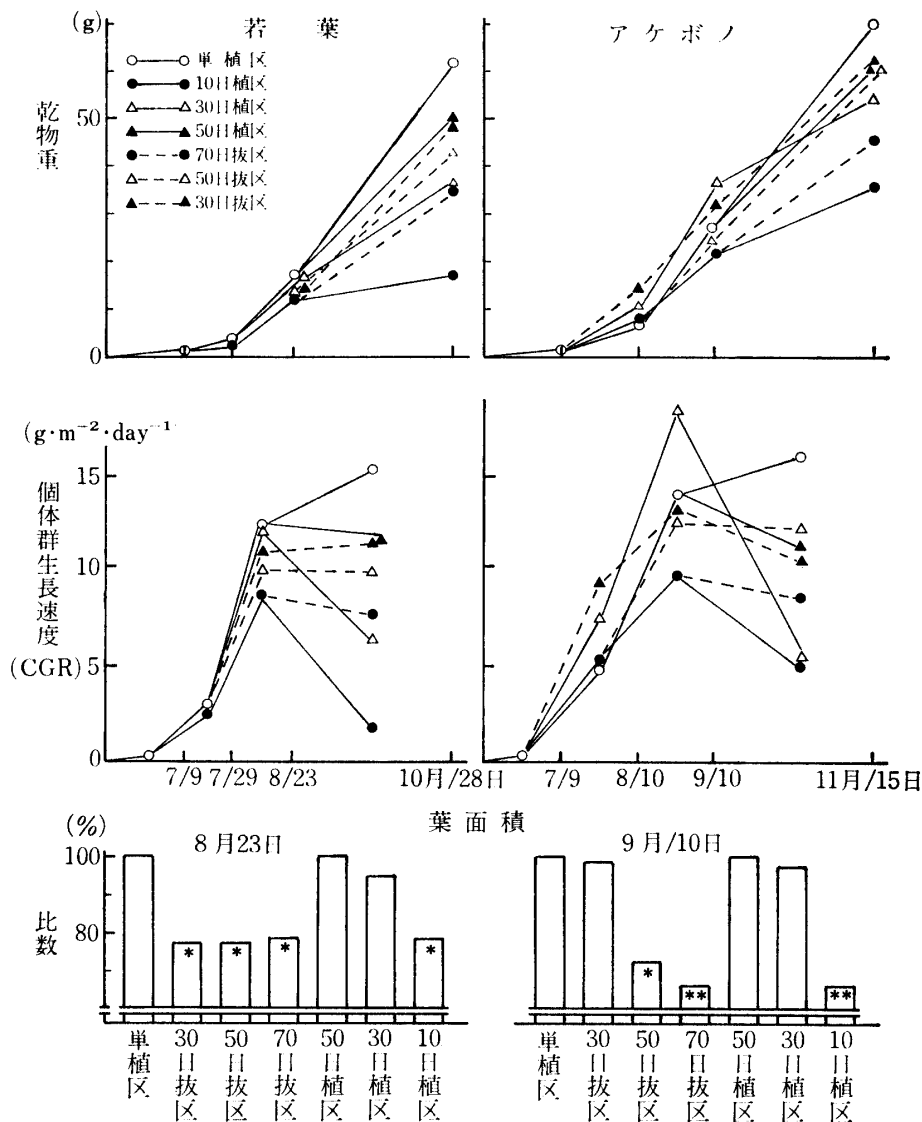
関して、タイヌビエと激しく競争した結果であるものと推察される。

次に、乾物生産性を左右する主要因と考えられる葉面積を出穂期において比較すれば、図に示すように生育の初期段階からの競争区において単植区よりも著しい減少が認められるが、アケボノ30日抜区のみは単植区と同程度の値を示している。すなわち、水稻移植後10日目から20日間タイヌビエと競争した後に、タイヌビエが除草されるならば、晩生のアケボノの葉面積の増加には殆んど影響がないか、または、その後の約1ヶ月半で単植区と同程度にまで葉面積が回復することを示している。

第6図は、水稻とタイヌビエの乾物生産性の推移を比較するために、それぞれの単植区、10日植区および30日植区についてのみ示したものである。上述のように、混植区における水稻は最終的に、乾物重および CGR ともに単植区よりも減少するのに対して、タイヌビエ10日植区

では逆に増大している。このこともまたタイヌビエの雑草としての特性の一面を示しているものと思われる。さらに、単植区のタイヌビエの CGR をみれば、水稻の出穂期までに著しく増大するが、それ以後は逆に急激に減少し、いわゆる短期強勢型の生育経過をたどっている。しかし、一方、10日植区ではその減少程度が低いか (若葉区)、または増加 (アケボノ区) しており、長期持続型の生育型を示していることは、雑草の適応性という面よりみて注目される点である。

第1表および第2表は、水稻葉部の光合成能率を検討するために、各試験区ごとに純同化率 (NAR) の推移と出穂期における比葉面積 (SLA: 葉面積/葉重比) を品種若葉について示したものである。移植期から幼穂分化期にかけての NAR は、競争区 (10日植区, 30, 50および70日抜区) で無競争区 (単植区, 30および50日植区) よりも低い値を示し、タイヌビエとの競争によって、葉部の同化能率が低下したことを示してい



第5図 各試験区における水稻の生産性の推移と出穂期における葉面積

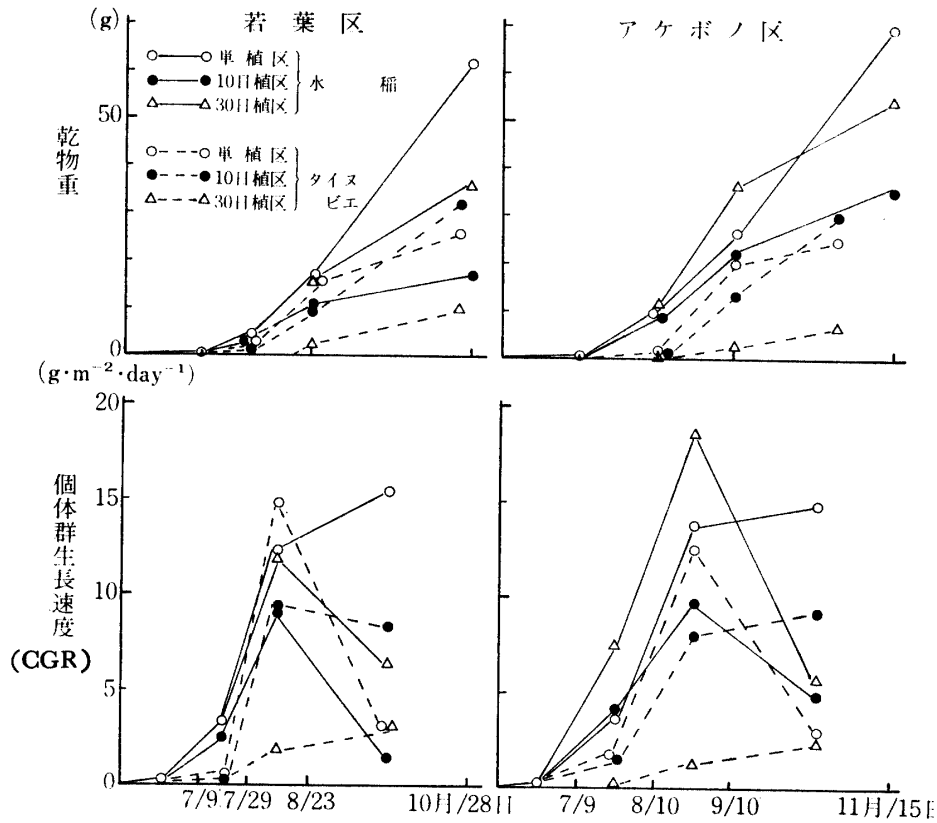
る。一方、幼穂分化期から出穂期にかけての NAR についてみれば、10日植区および70日抜区では単植区よりも低い値を示すが、30および50日抜区では逆に高い値を示している。このことは、NAR、すなわち、単位葉面積当りの乾物増加速度は、タイヌビエが存在すれば、それとの競争によって抑制されるが、タイヌビエが除去されると、単植区をも上まわること示すものである。この傾向は、第2表の出穂期における SLA、すなわち、葉部の密度ないしは厚さを示す指標においても顕著に表われており、30および50日抜区の SLA は単植区よりも低い値を示し、単位葉面積当りの同化能力はかなり高いものと推察される。

第3表は、出穂期における各試験区の C/F 比（非同化部/同化部）を示したものである。混植区の C/F 比は、50日植区を除いて、単植区よりも低い値を示している。つまり、混植区の水稲は非同化部に対する同

化部の割合が相対的に大きく、これはタイヌビエとの競争によって、自らの草姿を変えようとする水稻の可変性の一面を示すものと考えられる。

第7図は、水稻とタイヌビエの単位土地面積当りの乾物生産量の変化を示したものである。出穂期における混植区の総乾物生産量は、両植物の単植区よりもやや高い値を示しているが、成熟期になると、水稻単植>混植>タイヌビエ単植の順になり、水稻単植区の乾物重は著しく増加している。また、図で明らかのように、混植区の水稲の乾物重は単植区のそれよりも著しく減少しているが、タイヌビエでは逆に混植区において増大している。このことは、水稻はタイヌビエとの競争によって乾物生産力が激減するが、タイヌビエでは水稻との競争によって生産力が増大することを示している。すなわち、栽培植物である水稻は、雑草

が繁茂しない環境条件下で栽培される場合に、形質を十分に発現し得るが、雑草であるタイヌビエは逆に、栽培植物（水稻）の群落内で生育した方が高い生産力を発現するものと推察される。このように、作物と雑草の競争力の正負関係が明らかに異なることが本実験において認められたが、この点に関してはさらに他の作物、雑草において詳細に検討することによって、栽培上の適確な指針を得ることが必要である。混植による乾物生産量の減少程度は、アケボノにおけるよりも若葉における方が大きく、さらに、混植区の水稲はタイヌビエより生産力が低い、アケボノは高い値を示している。荒井ら（1956）は水稻と雑草の競争機構を分析し、水稻の減収を招く雑草害の種々の要因のうち、群落全体の乾物生産量中にイネの乾物重の占める割合が低下することが最も大きい要因であると指摘している。本実験においては上述のように、水稻の収量性に



第6図 各試験区における水稻とタイヌビエの生産性の推移

第1表 各試験区における NAR の推移 (若葉)

(g·m<sup>-2</sup>·day<sup>-1</sup>)

	単植区	10日植区	30日植区	50日植区	30日抜区	50日抜区	70日抜区
移植期～幼穂分化期	8.92	7.70	8.92	8.92	7.70	7.70	7.70
幼穂分化期～出穂期	6.76	6.14	6.87	6.76	7.67	7.16	6.14

第2表 各試験区の出穂期における SLA (若葉)

(cm<sup>2</sup>·g<sup>-1</sup>)

単植区	10日植区	30日植区	50日植区	30日抜区	50日抜区	70日抜区
264.5	264.3	239.3	264.5	221.2	225.8	264.3

第3表 各試験区の出穂期における C/F 比 (若葉)

単植区	10日植区	30日植区	50日植区	30日抜区	50日抜区	70日抜区
1.93	1.76	1.75	1.93	1.78	1.67	1.76

およぼすタイヌビエの影響は、晩生のアケボノにおけるよりも早生の若葉において大きいことが明らかとなったが、水稻の早晩性の差によって群落中に占める乾物重の割合が異なり、それに伴って雑草害の程度も異なってくるものと考えられる。

以上の実験を通じて、水稻の収量性におよぼすタイ

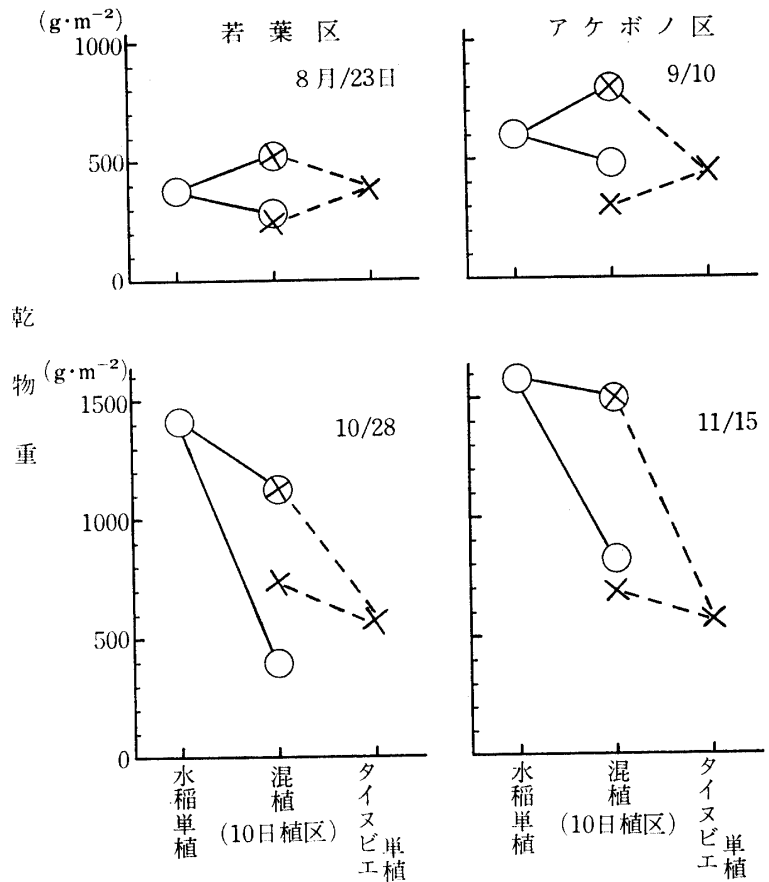
ヌビエの影響を検討した結果、タイヌビエによる水稻の減収程度は両植物の競争期間が長くなるほど、また生育の初期段階の競争であるほど大きく、さらに晩生品種におけるよりも早生品種において大きいこと、この収量減は1穂重の減少によるよりも穂数減によるところが大きく、さらにまた、この収量減は、生育初期段階の水稻の NAR と出穂期以後の CGR の減少に起

因していることなどが明らかとなった。

本実験における水稻とタイヌビエの個体数比は、いずれの植え付け時期においてもすべて1:1としたが、入水、代掻、田植後に自然条件下で出芽するタイヌビエは1次発生するものの密度が最も大きく、水稻の生育が進むに従って、発生する個体数は減少するものと思われる。従って、今後、タイヌビエに関する生態調査に基づいて、より自然状態に近い試験設計のもとに、水稻とタイヌビエとの競争機構をさらに詳細に分析することによって、本雑草に対する効果的な除草体系を確立しなければならないものと考えらる。

#### 引用文献

- 1) 荒井正雄・川島良一 (1956) : 日作紀, **25** : 115—119.
- 2) 千坂英雄 (1966) : 雑草研究, **5** : 16—22,
- 3) 笠原安夫 (1948) : 日作紀, **17** : 21—24.
- 4) ——— (1968) : 日本雑草図説 : 407—408. 養賢堂.
- 5) 宮原益次 (1972) : 農試報告, **16** : 1—62.
- 6) 野田健児・小沢啓男・茨木和典 (1968) : 雑草研究, **7** : 49—53.
- 7) ———・———・芝山秀次郎 (1971) : 雑草研究, **12** : 28—31.
- 8) Smith, R.J., JR. (1968) : Weed Sci., **16** : 252—255.
- 9) ——— (1974) : Weed Sci., **22** : 423—426.
- 10) Swain, D.J., M.J. Nott and R.B. Trounce (1975) : Weed Res., **15** : 149—152.
- 11) 渡部忠世・梅景修・藤原紀幸 (1963) : 雑草研究, **2** : 81—85.
- 12) 山脇孝博・植木邦和 (1977) : 雑草研究, **22** 別号 : 49—51.



第7図 水稻とタイヌビエの競争による乾物生産量の変化

#### Summary

The influence of the weed barnyardgrass (*Echinochloa crusgalli* BEAUV. var. *oryzicola* OHWI) on the productivity of paddy rice was investigated in relation to emergence time and growing period of the weed. Twelve day-old weed seedlings were transplanted 10, 30 and 50 days after transplanting of the two rice varieties which differ in maturity date. The weeds which had been transplanted 10 days after transplanting the rice were hand-weeded at various times. The factors causing reduction in rice yield due to competition with the weed were examined by growth analyses.

In all the competition plots rice yield was smaller

than in the single cropping plot and, in general, the longer was the competition period of the two plants and the earlier the beginning of the competition, the larger was the yield reduction rate of rice. These reductions of rice yield were caused largely by the decrease in the number of panicles rather than in the panicle weight, and it was inferred further that the reductions were attributable to the decrease in net assimilation rate in the early growing stage and in crop growth rate after heading. It was also recognized the influence of the barnyardgrass on the rice productivity was larger in the early-maturing variety than in the late-maturing one.