アジア産ミズアオイ属雑草の分類と種生物学的研究

汪 光熙*

キーワード：ミズアオイ属，水田雑草，分類，種生物学，雑草生物学

Key words : *Monochoria*, paddy weed, taxonomy, biosystematics, weed biology

ミズアオイ属 (*Monochoria*) は, K. B. Presl が 1827 年, 「*Reliquae Haenkeanae*」において正式に設定したもので, ミズアオイ科 (*Pontederiaceae*) における重要な属の一つである。本属は 9 種 1 変種を含み, 主として旧世界の熱帯から暖帯に分布し, 水田, 水路, 多湿地などに多い⁸⁾。

アジアはミズアオイ属植物の重要な分布地域である。しかし, その分類にはしばしば混乱が見られ, 研究者によって取扱いが異なっている⁹⁾。Kunth (1843) は 8 種を分類したのに対して, Solms-Laubach (1883) は 2 種 2 変種だけが属するとした。さらに, Cook (1989) はコナギ (*Monochoria vaginalis*) に 21 種類の異名を, またナンヨウミズアオイ (*M. hastata*) に 7 種類の異名を挙げ, アジアにミズアオイ属植物が 4 種存在していると述べた。このように現在に至っても, アジアにミズアオイ属植物が何種存在するかについては見解が分かれており, 再検討すべき問題である。

ミズアオイ属植物は水田雑草として各地で問題になっている。このうちコナギはアジアの熱帯から温帯に, ミズアオイ (*M. korsakowii*) は亜寒帯から温帯にかけて分布する代表的な一年生水田広葉雑草である。日本では, ミズアオイは水田雑草として, 主として北海道に分布しているのに対して, コナギは北海道では道南にわずかに発生するのみで, 主に本州, 四国, 九州および沖縄に発生している。長い稲作の歴史のなかで, ミズアオイとコナギはそれぞれの分布地域内において常に強害草または害草として

扱われてきた。

近年, 新しいタイプの除草剤が次々と開発され, そしてその利用技術の確立によってコナギとミズアオイに対する効率的な防除が可能になってきた。しかしながら, その生理・生態上において種内にかなりの変異が存在しているため, なお一部の地域では依然として問題雑草と見られている。その実態の解析が研究推進上, 重要であると考えられる⁸⁾。

本研究はアジア産ミズアオイ属雑草について系統植物学的再検討を行うと同時に, 雑草生物学および種生物学的特性の解明が著しく立ち遅れている本属の代表的な水田広葉雑草のミズアオイとコナギについて, 形態の変異および遺伝的変異, 送粉様式および繁殖様式, 種子生産および発芽・出芽と環境要因との関係などに関する個生生態的特性を明らかにしたものである。なお, 本研究で得られた結果のうち, すでに報告した内容については要点のみにとどめた。

1. アジア産ミズアオイ属雑草の分類学的再検討

本研究では各地に所蔵されているさく葉標本, 各種文献の調査, 野外自然集団における調査および栽培実験から, アジアには本研究で初めて明らかにした新種 (カイナンミズアオイ *M. valida* G. X. Wang et H. Nagam.)⁴⁾ および新変種 (ホソバコナギ *M. vaginalis* (Burm. f.) Kunth var. *angustifolia* G. X. Wang, T. Kusanagi et K. Itoh)¹²⁾ を含む 5 種, 1 変種のミズアオイ属植物が存在していることを明らかにした。

カイナンミズアオイは中国の海南島で著者らが発見したもので, ホソバミズアオイ, ナンヨウミズアオイと類似しているが, 花序, 葉の形態が明らかに異なり, 本属の新種であることを認めた⁴⁾。またホソバコナギはコナギとは葉の形態を中心として明瞭な差異があり, 変種として取り扱うことが適当であると認めた¹²⁾。なお, カイナンミズアオイの和名は発見地に因んで著者が命名した。ホソバコナギの和名はその葉身の形態により名付けられた。またナンヨウ

* 農林水産省東北農業試験場 Tohoku National Agricultural Experiment Station, Omagari, Akita 014-0102, Japan.
Guangxi Wang: Study on taxonomy and biosystematics of the genus *Monochoria* in Asia.
(1998 年 4 月 22 日受理)

ミズアオイとホソバミズアオイの和名は国際農林協力協会 (1993) によった。

これまでミズアオイ属植物は世界中には前述の Cook (1989) によって 8 種の存在が知られていたが、今回、著者の調査・再検討により 1 種 1 変種が加えられることによって、9 種 1 変種の存在が確認されたことになる。アフリカとオーストラリアにはそれぞれ 2 種の存在が知られている。本属植物は水田、水路、多湿地などに多い。そのなかでも、アジアに存在するコナギは水田雑草としてヨーロッパ (ウクライナとイタリア)、北アメリカ (カリフォルニア)、ハワイ (オアフ島) およびオーストラリアにも分布する。

アジア産種、変種検索表

1. 花序は円錐花序；種子は円柱形，長さ1.2~2.0mm
.....①ミズアオイ (*M. korsakowii*, 第1図)
- 花序は総状または亜散形花序；種子は球形，卵形，
短円柱形，長さ0.5~1.2mm 2
2. 亜散形花序.....②ナンヨウミズアオイ (*M. hastata*)
- 総状花序..... 3
3. 成植物体の葉は矢尻形またはほこ形..... 4
- 成植物体の葉は卵形，心臓形または狭披針形..... 5
4. 成植物体の葉は細く，幅0.8~2.5cm，基部裂片の長さ約2cm③ホソバミズアオイ (*M. elata*)
- 成植物体の葉は広く，幅10~15cm，基部裂片の長さ7~11cm④カイナンミズアオイ (*M. valida*)
5. 成植物体の葉は広く，卵形，心臓形，広さ/長さは0.5~0.95
.....⑤a. コナギ (*M. vaginalis* var. *vaginalis*, 第2図)
- 成植物体の葉は細く，狭披針形，広さ/長さは0.1~0.5
.....⑤b. ホソバコナギ (*M. vaginalis* var. *angustifolia*)

2. ミズアオイ属植物の種生物学的特性

野外およびさく葉標本における32個の形態・生態に関する形質調査を行い，形態変異を個体内，集団内個体間および種内集団間の3つのレベルで検討した。また属内種間，種内の染色体変異を調べるとともに，アイソザイムの変異についても解析し，次の結果をえた。

第1図 ミズアオイ (*Monochoria korsakowii* Regel et Maack)

A: 根出葉 radical leaf (1: 葉身 leaf blade; 2: 葉柄 petiole; 3: 托葉 stipule). B: 花茎 inflorescence stalk. C: 下仏焰苞 lower spathe (4: 下仏焰苞葉 blade of lower spathe; 5: 下仏焰苞葉柄 petiole of lower spathe; 6: 下仏焰苞鞘 sheath of lower spathe). D: 上仏焰苞 upper spathe. E: 花序 inflorescence (7: 花序の有花部分 flower bearing part of inflorescence; 8: 花序の無花部分 flowerless part of inflorescence).

1) 個体内における形態の表現型可塑性は形質によって異なる。同じ形質であってもその可塑性は分類群によって違いがみられる。また可塑性をもつ形質のほとんどは量的形質であり，形質の可塑性の大きさは遺伝的に制御されており，栄養器官であるか生殖器官であるかには関係がないことがわかった。

2) 形態形質の集団内個体間変異は生育環境に強く規制されていることが認められた。とくに花序当たりの花数，葉幅，葉の長さ，花序の有花部分の長さの四つの形質は水深，他種との競合，土壌の肥沃・瘠薄度，遮光の有無などの生態要因の変動によって

第2図 コナギ (*M. vaginalis* var. *vaginalis*, 右側) と
ホソバコナギ (*M. vaginalis* var. *angustifolia*,
左側)
A: 播種40日後 (40 days after sowing); B: 開花
期 (flowering time).

集団内個体間の変異が大きく左右された。

3) 種内集団間変異は集団内にみられる形質の可塑性よりも明らかに大きい。集団間変異は局所的なレベルの生育環境に対応するとは考えられず、広い地域間にみられる温度の差異 (環境傾度) など緯度の違いに対応して南北に傾斜をもつ極めて大きな変異を示すことが認められた。

4) ミズアオイ属植物の染色体数の変異は大きい。主な染色体数は $2n=24, 28, 48, 52, 80$ である。日本および中国で採集したミズアオイとコナギの染色体は既往の文献にみられるとおり、 $2n=52$ であった。本研究によって新種と認めたカイナンミズアオイは $2n=28$ 、また新変種としたホソバコナギは $2n=24$ と 48 の二つの染色体数であった。このうち $2n=48$ は本属における新しい染色体数で、既往の報告には見当たらない。本属の5種類の染色体数のうち、 $2n=52$ は $2n=24$ と $2n=28$ の交雑から生じた異質四倍体、 $2n=80$ は $2n=52$ と $2n=28$ から生じた同質異質六倍体

であると考えられているが、ホソバコナギの新変種内の $2n=48$ は $2n=24$ から倍加してできたものであろうと推察される⁹⁾。

5) 日本各地から採集したミズアオイとコナギにおけるアイソザイムの変異を調べた結果、本属植物はアイソザイムにおいても大きな変異を示していることがわかった。ミズアオイ集団についてみると、その全集団の遺伝子多様度 (H_T) の平均値は 0.333 で、Loveless and Hamrick (1984) の報告した76種の他殖性植物の H_T の平均値 (0.251) よりも大きい。また分集団内の平均遺伝子多様度 (H_S) の平均値は 0.277 であり、Loveless and Hamrick (1984) が報告した他殖性植物の H_S の平均値よりも大きいことがわかった。さらにミズアオイ分集団間の平均遺伝子同一度 (D_{ST}) は 0.106 で、分集団間の相対的遺伝子分化の程度 (G_{ST}) は 0.386 である。 D_{ST} は H_S よりも小さいことはミズアオイの集団内の遺伝的変異が集団間よりも大きいことを示しており、また G_{ST} が 0.386 であることからミズアオイにおける遺伝変異の約61%が集団内個体間に存在していることが明らかになった。コナギはミズアオイよりも遺伝的変異が少なかった。生育環境や繁殖様式といった要因は両草種の遺伝的変異に大きな影響を与えている。生育環境の不均一および昆虫による異花受粉はミズアオイがコナギよりも高い遺伝的変異を維持する上で重要な役割を演じていると推察される^{8,14)}。

3. 花の形態、送粉様式と開花特性

1) ミズアオイの花の形態と送粉様式^{2,5,11)}

(1) ミズアオイの花には雄蕊が6個ある。5個は小さくて葯は黄色、1個は大きくて葯は花被片と同じ青紫色である。両方とも稔性のある花粉をつくる。その花には鏡像二型性がみられる。すなわち花からみて大雄蕊が右側、柱頭は左側に位置するもの (L型) と、反対に大雄蕊が左側、柱頭は右側に位置するもの (R型) がある (第3図)。L型の花とR型の花は花序の各分枝上に交互につく。自然集団における調査ではR型の花とL型の花の数はほぼ1:1に近似している。

(2) 主要な訪花昆虫はニホンミツバチ、クマバチおよびマルハナバチ類であった。これらのハチが訪花した場合、大雄蕊と柱頭は昆虫の体の左右対称の位置に接触する。従って異花受粉は異型花の間で起

第3図 鏡像二型性をもつミズアオイの花 (flowers with enantiostyly in *M. korsakowii*)

A: L型の花 (left-handed flower); B: R型の花 (right-handed flower).

こりやすく、同型花の間では起こりにくいことが予想される。また大雄蕊が青紫色をしているのは他殖用の花粉を昆虫に食料として持ち去られないための適応であると考えられる。黄色い小雄蕊は昆虫を引きつける目印であり、またミズアオイの花には蜜腺がないので、小雄蕊の花粉は昆虫への報酬でもある。さらに、昆虫が訪れない場合でも、柱頭の上に位置する小雄蕊によって自花受粉で種子をつくることができる。しかし、小雄蕊を除去し、大雄蕊のみにした場合には種子をつくらなかった。

(3) ミズアオイ集団内の虫媒による異花受粉は隣花受粉 (同株同花序異花受粉, 同株異花序受粉) と他家受粉 (同集団異株受粉) との様式がある。同一個体上に同時に異なる型の花が咲いた場合は隣花受粉が起こりうるので、ミズアオイの花の鏡像二型性は自殖回避の機構として不完全である。しかし、一個体に同時に咲く花の数が多くない場合には有効に他殖を促進する可能性がある。

以上の結果、ミズアオイは他殖促進の機構を備えると同時に、生理的な自家和性をもつ、自 (花) 家受粉による種子形成もできる植物であることが明らかになった。一般に花の形態に多型性がみられる植物、例えば、異型花柱性の植物は生理的な自家・同型不和合性をその特徴とする。そのほとんどは多年生植物である。とくに、栄養繁殖によって密度の高いクローンパッチを形成するような多年草が多い。しかし、ミズアオイは花の形態に多型性 (鏡像二型性) がみられるが、種子繁殖の一年草である。そこで、もし、ミズアオイは生理的な自家・同型不和合性であるとするれば、昆虫が訪花せず、他花 (家) 受粉できない場合には、その個体群の存続に危機が出

てくる可能性が大きい。したがって、大雄蕊と柱頭からできた花の鏡像二型性および二種類の雄蕊のいろいろな働きはミズアオイの個体群の存続およびその遺伝的変異性の維持において重要な適応的意義をもっていると思われる。

2) コナギとミズアオイの開花特性⁶⁾

(1) コナギとミズアオイは4月播種の場合、8時間日長ではそれぞれ播種後41日と48日前後で開花したが、自然日長では播種後109日と134日前後となり、15時間以上の日長では開花が全く認められなかった。また人工気象箱で日長条件をかえて検討した結果、両草種は15時間以上の長日条件下では開花することができず、限界日長をもつ質的短日性雑草であることが認められた。

(2) 播種期移動試験 (3月16日から10月5日まで約25日ごとに9回に分けて播種) によって播種後開花始までの日数を調べた結果、3~8月播種では両草種の日長反応性に対応した差異が認められ、播種期が遅いほど開花までの日数が短くなった。これを3月中旬 (16日) と8月中旬 (14日) の播種と比較すると、コナギでは126日と52日、ミズアオイでは158日と54日であった。ただ7月中旬と8月中旬の播種の間には差がなかった。一方、9~10月の播種では両草種ともに生育が温度 (低温) により制約され、着蕾、開花は認められなかった。

(3) 日本の各地から採集したコナギとミズアオイについて播種後開花までの平均日数を調べた結果、両草種ともに産地間に明瞭な差異が認められた。全体的にみると、産地が南下するに従って、開花の時期は遅くなる傾向を示した。また同じ産地 (または緯度) においては、コナギはミズアオイよりも早く開花することがわかった。このような生態反応にみられる産地間の種内変異は各産地の地理的分布と何らかの関係を持つものと推察される。

4. 種子の休眠および発芽・出芽に関与する環境要因⁷⁾

1) ミズアオイとコナギの成熟種子は室内風乾貯蔵では採種後4ヶ月を経過しても発芽が揃う種子がえられず、一次休眠の覚醒は不斉一であった。特にコナギは一次休眠がミズアオイに比べて約1ヶ月長く、その覚醒が不斉一で、これが圃場で出芽が揃いになる一因であると推察した。一方、採種後人為

的に種子の休眠を覚醒させるためには、両草種ともに種子を冬期に戸外水槽中に浸漬する方法が有効であり、採種後60日で完全に休眠覚醒種子がえられた。

2) 休眠覚醒種子の発芽適温はコナギ25～35℃、ミズアオイ20～30℃であった。ミズアオイは発芽および生育の適温がコナギよりも低く、この両草種の低温要求性の違いは両草種の分布地域と密接な関係があることを示唆した。

3) 播種後出芽までの日数は播種時期の温度の影響を受けて変動する。3月中旬から10月上旬までの播種時期ではいずれの時期も出芽日数はミズアオイがコナギよりも短く、とくに3月と10月の低温条件下ではその差が大きかった。さらに播種後出芽始めまでの日数は両草種ともに3月中旬までの間に播種した場合には、播種時期が遅くなるにともない、出芽日数が短くなり、5月上旬播種ではコナギ12日、ミズアオイ10日、7月中旬播種では最も短く、コナギ5日、ミズアオイ4日であった。しかし8月中旬の播種からは出芽日数が増加に転じ、播種後出芽始めまでに要する日数は積算温度に強く規制されていることがわかった。

4) 種子生産に及ぼす遮光、施肥量、水深などの影響を調べた結果、コナギはミズアオイよりも生態環境への適応幅が広く、雑草性のより強い草種であることが明らかになった。

5) 覆土の厚さと出芽との関係については、両草種ともに覆土が厚くなるにともない、出芽率は明らかに低下した。覆土深が1.5cmまではコナギがミズアオイよりも出芽率が高かった。とくにミズアオイは覆土深が0.2～0.5cmのごく浅い条件でも出芽率は20～35%程度で、コナギの80～95%に比べて低かった。出芽の限界覆土深はミズアオイ3cm、コナギ2cmであったが、この限界覆土深では両草種ともに出芽率は数パーセントであった。

6) 開花後発芽可能な種子に成熟するまでの日数を調べた結果、ミズアオイでは開花後23日、コナギでは同27日で発芽能力を有することが認められた。そしてミズアオイは開花後33日以上経過すると100%の発芽能力を示し、コナギは開花後35日で完熟種子がえられた。一般に雑草種子は早熟性であるが、両草種は開花後発芽可能な種子に成熟するまでの日数は既往の報告にみられる水田や畑のイネ科雑草に比べるとやや長く開花後約1ヶ月近くを要することが

わかった。

5. 生育および種子生産

ミズアオイとコナギの生育および種子生産に及ぼす播種時期、遮光および施肥量などの影響について検討し、次の結果¹⁰⁾をえた。

1) 播種時期の影響

ここでは前述の播種期移動試験のなかから地上部生育量と種子生産量について検討した結果を要約する。まず主茎葉数は5月30日までの各播種期においてはミズアオイがコナギよりも多かったが、それ以降の播種時期ではコナギのほうが多くなった。これはミズアオイの発芽および生育がコナギよりも低温条件に適応しているものと考えられ、寒地、寒冷地の水田雑草としての特性の一面を示しているといえる。

また個体当たり地上部乾物重はいずれの播種期でもミズアオイがコナギよりもかなり重く、とくにミズアオイは主茎葉数や草丈と同様に、3、4月の低温条件下における栄養生長量が大きいことが認められた。コナギは5～6月播種が最も重く、地上部乾物重の生育期間の推移は両草種間に異なる傾向がみられた。

つぎに種子生産量についてみると、第4図のようである。個体当たりの種子数は両草種ともに開花始めまでの日数が早い3、4月の播種よりも5月上旬から6月下旬播種で多く、またコナギは地上部乾物重の推移に対応した結果を示した。個体当たり種子数は5月30日播種でミズアオイは5,902粒、コナギはその9倍あまりの55,781粒であった。種子生産数が最大を示した5、6月は関西では水田の代かきおよび田植え時期であると同時に多くの水田雑草草種の発生盛期でもあることと符合しており、防除上留意する必要がある。一方、8月播種では両草種ともに種子生産数は低下し、とくにコナギは7月播種に比べて低下の度合いが大きかった。なお9月播種(9月10日)は両草種ともに生育が温度に制約され、開花しなかった。このことから当地域における両草種の種子生産が可能な出芽の限界は8月下旬であると推定された。

2) 遮光と施肥量の影響

水稻・雑草群落内では一般に水稻の生育にともなうて、遮光条件や栄養条件が変化する。本実験では

第4図 播種時期と播種後出芽始め・開花始めまでの日数および種子生産との関係

このような生育時期による変化がミズアオイとコナギの栄養生長だけでなく、生殖生長へ及ぼす影響を明らかにするため、ポットに両草種を播種（6月6日）し、5段階の遮光条件（25, 50, 75, 96%および無遮光）を設け、遮光開始時期を4段階（播種直後、播種後30日、60日および90日）とし、これに3段階の施肥条件（無施肥、標準量施肥および標準量施肥の倍量施肥）を組み合わせる検討した。この結果、草丈については無遮光条件では施肥量が多い場合に高くなる傾向を示したが、遮光条件ではむしろ施肥量の増加にともなって草丈の抑制がみられた。とくに75%, 96%の強い遮光条件では明らかに倍量施肥は草丈の伸長抑制が大きく、無施肥は影響が最も小さく、そして標準量施肥は無施肥と倍量施肥の中間的な推移を示した。このような遮光にともなう施肥反応は両草種ともにほぼ同様に認められたが、25%および50%の遮光条件の無施肥や標準量施肥では遮光の影響が極めて小さく、両草種は弱光環境下に適応できる草種であることが認められた。

つぎに種子生産量についてみると、無遮光条件では施肥量の増加とともに、種子生産量もふえ、草丈にみられた施肥反応と同様な傾向を示した。これを個体当たり種子数で比較すると、倍量施肥ではミズアオイが標準施肥の2倍の約13,000粒、コナギが1.5

倍の約37,000粒であった。これに対して遮光条件では、ミズアオイとコナギではやや施肥条件に対する反応は異なったが、両草種ともに全体的には遮光程度が強く、遮光開始時期が早いほど種子生産量が著しく減少した。これを草種別に遮光程度との関係でみると、まずコナギは25%遮光では遮光開始時期とは関係なく、すべての処理区で種子を形成し、遮光の影響は軽微であった。播種直後遮光・標準量施肥区の個体当たり生産種子数は約2,800粒であった。つぎに50%遮光では播種直後遮光開始区を除いて、また75%遮光では播種直後と播種後30日遮光開始区を除いていずれも種子が形成された。さらに、96%遮光では播種後90日遮光開始区のみで種子を形成し、明らかに強い遮光の影響がみられた。

一方、ミズアオイは種子生産と遮光時期、遮光程度との関係ではコナギと同様な傾向を示したが、施肥量に対する反応ではコナギと異なり、コナギで種子形成がみられなかった処理区のほかに次の4処理区で地上部生育が著しく劣り、種子をつくらなかった。すなわち25%播種直後遮光区および50%播種後30日遮光区のいずれも倍量施肥区ならびに75%播種後30日遮光区および96%播種後90日遮光区のいずれも無施肥区である。この結果からミズアオイはコナギよりも施肥の影響を受けやすいものとみられ、種子生産に及ぼす遮光の影響は両草種間では地上部生育に対する施肥反応の違いが反映された。

このようにコナギはミズアオイが種子を形成しなかった条件下でも種子をつくり、コナギはミズアオイよりも生態環境への適応幅がより広いことを示唆しており、雑草性の強い草種であることが認められた。また実際の水稲栽培圃場を念頭におくと、コナギが発生する生育時期の遮光条件は本実験で設定した条件よりも軽度のものであり、この実験結果からコナギが早期に発生して放置した場合には相当な種子を生産することが予想される。このための生態的対策としては水稲の品種選定、栽植密度、作期調節などによって水稲の茎葉による遮光をできるだけ早期に大きくすることが重要である。これによって少なくとも遅発生のコナギの種子生産は抑制できると考えられる。

6. 水稲とコナギとの競合特性

コナギの多発生条件下で、水稲の栽植密度を変え

て種子生産に及ぼす影響を検討した結果、水稻の栽植密度が高くなるに伴いコナギは自己間引により発生密度が低下し、コナギの個体当たりの花序数や花数も大きく減少し、水稻の密植栽培は雑草害による減収の回避に役立つだけでなく繁殖源となるコナギ種子の生産を著しく抑制できることが認められた。

ミズアオイとコナギは1940年代の笠原(1968)の調査によると、日本全土に分布し、ミズアオイは害草、コナギは強害草とされている。現在では前者は分布域が縮小し、発生数が著しく減少していることが明らかになったが、北海道ではスルホニルウレア系除草剤抵抗性生物型が出現している¹³⁾。後者は依然として発生が多く問題雑草にあげられている。このような両草種の発生動向については今後とも水稻栽培法、除草法および生態環境の変化などに関連づけて注目する必要がある。また両草種には幅広い種内変異が存在することが認められ、その分布実態の概況が明らかになったが、さらにこれらを念頭において生理・生態特性について種々の観点から明確にし、有効な除草体系の確立に役立たせることが必要である。

本研究に対し、前京都大学雑草学研究室教授草薙得一博士には、終始、懇切なご指導を賜った。また、同研究室教授伊藤操子博士、山末祐二博士、三浦励一先生をはじめ、専攻生諸氏より多大なご教示とご協力を頂いた。ここに、深甚なる感謝の意を表する。

本研究を開始するに当たり、ご指導とご助言を賜った中国武漢大学生命科学研究院故孫祥鐘教授、同研究院王徽勤教授、陳家寛教授およびスイスチューリッヒ大学教授 C. D. K. Cook 博士に感謝する。本研究を遂行するに当たり、農林水産省伊藤一幸博士、森田弘彦室長、原田二郎博士、岡山大学資源生物科学研究所榎本敬先生には貴重なご助言とご協力を賜った。心からお礼を申し上げる。

発表論文

- 1) 汪 光熙・草薙得一・孫 祥鐘 1993. ミズアオイ属水田雑草の数量分類学的解析. 雑草研究 38(別号 I), 88-89.
- 2) 汪 光熙・草薙得一・孫 祥鐘 1993. ミズアオイの異花受粉について. 雑草研究 38(別号 I), 142-143.

- 3) 汪 光熙・草薙得一 1994. 日本産ミズアオイとコナギの分布及びコナギの学名について. 雑草研究 39(別号 I), 226-227.
- 4) Wang, G. X. and H. Nagamasu 1994. A new species of *Monochoria* (Pontederiaceae) from Hainan, China. Acta Phytotax. Geobot. 45, 41-44.
- 5) Wang, G. X., R. Miura and T. Kusanagi 1995. The enantiostyly and the pollination biology of *Monochoria korsakowii* (Pontederiaceae). Acta Phytotax. Geobot. 46, 55-65.
- 6) 汪 光熙・草薙得一・伊藤一幸 1996. ミズアオイとコナギの開花の日長反応特性. 雑草研究 41, 241-246.
- 7) 汪 光熙・草薙得一・伊藤一幸 1996. ミズアオイとコナギの種子の休眠, 発芽, 出芽特性の差異. 雑草研究 41, 247-254.
- 8) 汪 光熙・草薙得一・伊藤一幸 1996. ミズアオイとコナギにおけるアイソザイムの変異. 雑草研究 41, 255-263.
- 9) 汪 光熙・草薙得一 1996. アジア産ミズアオイ属植物の細胞分類学的解析. 植物分類・地理 47, 105-111.
- 10) 汪 光熙・草薙得一・伊藤一幸 1997. ミズアオイとコナギの生育並びに種子生産に対する播種時期, 遮光および施肥量の影響. 雑草研究 42: 135-143.
- 11) 汪 光熙 1997. 絶滅危惧植物ミズアオイの最後の抵抗—SU 剤抵抗性生物型ミズアオイの出現およびその繁殖特性について—. 種生物学研究 21, 49-59.
- 12) Wang, G. X., T. Kusanagi and K. Itoh. 1997. Revision of the genus *Monochoria* in Asia. Proc. 16th Asian-Pacific Weed Sci. Soc. Conf. 1, 59-63.
- 13) Wang, G. X., H. Kohara and K. Itoh. 1997. Sulfonylurea Resistance in a Biotype of *Monochoria korsakowii*, an Annual Paddy Weed in Japan. The 1997 Brighton Crop Protection Conference: WEEDS. 1, 311-318.
- 14) Wang, G. X., Y. Yamasue, K. Itoh and T. Kusanagi. 1998. Outcrossing Rates as Affected by Pollinators and Heterozygote Advantage of *Monochoria korsakowii*. Aquatic Botany (in press).