

る特性，雑草研究，28(別)，193～194(1983)。

- 15) 伊藤一幸・宮原益次：ハルジオンにおけるパラコート抵抗性の遺伝様式(予報)，雑草研究，28(別)，185～186(1983)。

水田雑草—アカウキクサ の生態とその利用

農林水産省九州農業試験場作物第1部作物第6研究室長 高林 実

かつて，アカウキクサ属は新潟県・熊本県において，水田雑草として防除の対象であった。

アカウキクサ属(アゾーラ)は，温帯および熱帯の池・灌漑水路・水田のような水性環境に広く分布している水生シダ類で，この植物がラン藻との共生による空中窒素固定能をもっていて，無窒素培地で速やかに増殖しうることに，植物学者のみならず，アジア諸国の農業技術者たちによって主として研究されていた。その窒素固定力の大きさは，マメ科植物と根粒菌の共生系を上まわるほどの重要な共生的窒素固定系である。

化石燃料に対する依存度の少ない農業を見直そうという気運から，このシダと藻類の共生系とその農業の利用についての関心は近年急速に高まってきた³⁾。

筆者は現在，農水省のバイオマス研究の中で，水生植物のホテイアオイの省力多収栽培を分担しているが，その利用のためには，その収穫・運搬・脱水等多くの解決すべき問題が残されている。

アゾーラの利用については，日本においてかつてレンゲを緑肥として利用した歴史があり，可能性があると考え，筆をおこした。生態とそ

の利用に関する詳細については，末尾に紹介する文献^{1,2,3)}にゆずり，日本の水田でアゾーラを利用するための条件，問題点を中心に述べてみたい。

1. 日本に自生するアカウキクサ類

大滝・石戸⁴⁾によると，*Azolla japonica* (オオアカウキクサ)と*A. pinnata* var. *imbricata* (アカウキクサ)の2種が存在する。前者は中部地区に後者は西南暖地に主として分布する⁵⁾。

なお，世界的には6種が知られている。

2. 環境条件とアゾーラの生育

杉野⁵⁾は，オオアカウキクサは20℃前後が生育の最適温度であり，アカウキクサは25℃前後が最適温度としている。

オオアカウキクサは，長期にわたって40℃にさらされれば死滅する⁶⁾。また，アカウキクサは熱帯産だが，月平均気温が30℃をこえる月では生育が著しく劣る³⁾。逆に，低温に対する限界温度についての検討例は見当たらない。

生育量と光照射量の関係では，飽和光量は50 klx くらいであるが³⁾，どの程度の遮光に耐え

られるかは不明のようである。

アゾーラの無機成分量は、ほぼ次のようである。

N : 4~5, P : 0.5, K : 1~2, Ca : 0.5, Mg : 0.5, Fe : 0.1 (乾物当たり%)。

アゾーラを生育させるためには、N以外はP, K等の供給が必要である。

共生するラン藻のN固定能は、沈ら⁷⁾によれば、93~152 kg/ha・45日と高い。

3. アゾーラの水田緑肥としての利用

国際稲研究所とアジアの多くの国の研究所・大学との共同研究で、第1表に示す結果が得られている⁸⁾。

第1表 水稲収量に対する窒素肥料, *Azolla* の効果
International Network Soil Fertility and Fertilizer Evaluation for Rice (INSFFER) 1979

処 理	平均収量 [*] (トン/ha)	指数
1 無窒素	2.6	100
2 30kg N/ha 化学肥料, 分施	3.2	122
3 60kg N/ha 同上	3.7	141
4 田植前 <i>Azolla</i> 生育, 鋤込み	3.2	122
5 田植後 <i>Azolla</i> 生育, 鋤込み	3.1	118
6 田植後 <i>Azolla</i> 鋤込み無	3.1	119
7 30kg N/ha+田植前 <i>Azolla</i> (2+4)	3.7	143
8 30kg N/ha+田植後 <i>Azolla</i> (2+5)	3.5	134
9 田植前後とも <i>Azolla</i> 生育, 鋤込み (4+5)	3.6	139

* タイ8カ所, インド2カ所, 中国・ネパール各1カ所。

Nレベルの低い条件下での試験結果ではあるが、試験区7, 9は60 kg N/ha とほぼ同等の収量をあげており、無窒素区1に比し、40%前後の増収となっている。

アゾーラの窒素固定力が1日当たりhaで1 kg Nをこえるので、もしアゾーラとイネを同時に栽培できれば、イネの窒素要求量(収量をha当たり5トンとして100 kg N)を上回る量の窒素が固定される可能性がある。実際にはイネの

群落下では遮光のため裸地ほどの固定力はないであろう⁸⁾。

アゾーラを栽培管理するためには、リンの追肥や水管理がきわめて重要である。

また、害虫による被害からも守る必要がある。鱗翅類のメイガ・ミズメイガの類による熱帯、亜熱帯での被害は大きい³⁾。

以上のようにアゾーラの管理のためには、周到な水管理、肥料の分施、病虫害防除が必要であり、労働力の豊かな集約的条件でないと十分な効果は期待しにくい。

4. アゾーラのデメリット・メリット

日本のように化学肥料に大きく依存している稲作では、アゾーラの緑肥としての利用は関心がもたれないかもしれない。アカウキクサとオオアカウキクサは、水田雑草として記載され、新潟や熊本で水稲に被害を与えるとして除草剤を用いて防除した試験結果が報告されている。安部ら⁹⁾は佐渡ヶ島、金井町周辺の水田に、昭和39年には被害面積が120 haに及んだので、防除と撲滅に努力したと報じている。圃場試験では、無防除区は1割近い減収をした。水温は、アゾーラの被覆により平均1.5℃(午前9時)くらい低下し、水稲の初期生育の遅れがおこったとしている。PCP, DCPA, CATなどの除草剤を用いてアゾーラを除いている。松本ら¹⁰⁾は天草地方で早期栽培の普及とともに、アゾーラの発生が広がり、250 haになったという。PCPやプロメトリンが防除効果を示した。

上記の両報告とも、アゾーラが緑肥となりうることについてはふれていない。

米国のRobert W. H. ら¹¹⁾は、カリフォルニア州の水田におけるアゾーラの緑肥としての利用等にふれて、アゾーラ—ラン藻に対する

除草剤の影響について検討した。その結果の一部を第2表に示した。

第2表 アゾーラーラン藻の共生系における窒素固定、硝酸還元、生育、葉緑素含量に及ぼす除草剤の影響

除草剤名 ・濃度	窒素固定	硝酸還元	生 育		葉緑素 -NO ₃
			-NO ₃	+NO ₃	
(ppmW)	(*)	(**)	(%)	(%)	($\mu\text{g/g FW}$)
alachlor					
0	2600 a	46 b	248 a	161 a	330 a
0.1	1400 ab	30 b	167 b	143 ab	220 a
1.0	460 b	...	138 bc	...	220 a
10.0	...	...	...	...	...
naptalam					
0	2600 a	93 b	332 a	208 b	450 a
0.1	2100 a	29 c	302 a	363 a	460 a
1.0	1900 a	209 a	276 ab	197 b	460 a
10.0	3500 a	88 b	243 ab	156 b	430 a
2,4-D					
0	2000 a	83 b	246 abc	134 bc	440 a
0.1	1500 a	180 a	283 a	124 c	410 a
1.0	1500 a	91 b	255 ab	362 a	350 a
10.0	...	...	...	...	...
paraquat					
0	2100 ab	83 a	246 a	134 ab	440 a
0.1	550 b	21 b	202 b	176 a	370 a
1.0	...	...	...	...	...
10.0	...	...	...	...	...
simazine					
0	1500 b	260 c	144 b	175 ab	410 a
0.1	640 c	92 c	220 a	212 a	530 a
1.0	5 d	1100 b	130 b	131 bc	460 a
10.0	4 d	4400 a	98 b	116 c	392 a

注) 処理後10日目の数値(3日目の数値カット)。

(*) : $n \text{ moles } \text{C}_2\text{H}_4 \cdot \text{g}^{-1} \text{FW h}^{-1}$

(**) : $n \text{ moles } \text{NO}_2 \cdot \text{g}^{-1} \text{FW h}^{-1}$

10ppmでもアゾーラの生育、N固定能に影響を及ぼさなかったのは、Naptalamだけで、他の除草剤はすべて、アゾーラの生育もしくはラン藻のN固定能に影響を及ぼした。

一方、アゾーラは水面を速やかに覆うので、水生植物の生育を抑える効果がある。草丈の伸

長の速いタイヌビエには十分な効果を発揮しに
くいが^{12, 13)}、草丈の小さいミゾハコベ・ウリ

カワ等には効果が大きいと考えられる。

5. む す び

はじめに述べた、アゾーラの利用の可能性については、やはり多くの解決すべき問題がある。皮肉なことに、アゾーラの利用には、除草剤が最大のネックとなりそうである。

40年前に笠原が各地域の植物家に依頼し調査した結果¹⁴⁾では、関東から九州までの水田に広く分布していた。しかしながら、2,4-D、PCP、プロメトリンと広く普及するにつれ、現在では、日植調の調査報告書¹⁵⁾によると、問題視する農業改良普及所は松江と沖縄の2か所でしかない。

現在、松江・沖縄からのサンプル並びに筑後川下流域のクリークからのサンプルにつき同定中であり、生態とその利用については当场土壌微生物研究室の蘭室長と共同研究を始めたところである。

関東以西の水稻普通期栽培地帯では、アゾーラの被覆による水温の低下はほとんど問題にならないと考えられる。現在広く利用されている除草剤・殺菌剤のアゾーラ——ラン藻に及ぼす影響を検討中であるが、殺菌剤は問題なさそうであるが、除草剤についてはなお、検討中である(未発表)。

引 用 文 献

- 1) Moore, A. W. : *Azolla* — Biology and Agronomic Significance. Bot. Rev. 35, 1734 (1969).

- 2) Lumpkin, T. A. and Plucknett, D. A. : *Azolla*—Botany, Physiology and Use as a Green Manure. Econ. Bot. **34**, 111~153 (1980).
- 3) 渡辺巖：アカウキクサ——ラン藻による生物的窒素固定とその利用，土肥誌 **52**，454～464 (1981).
- 4) 大滝末男・石戸忠：日本水生植物図鑑，北隆館，東京，264～265 (1980).
- 5) 杉野孝雄：アカウキクサ緑の提唱，日本シダの会会報 **22**，349～350 (1975).
- 6) Talley, S. N. and Rains, D. W. : *Azolla filiculoides* as a Follow Season Green Manure for Rice in a temperate Climate. Agron. J. **72**, 11～18 (1980).
- 7) 沈志豪・呂書纓・陳克増・蔦世安：満江紅の窒素固定能力の初歩試験，土壤学通報 **43**，45～48 (1963).
- 8) INSFFER Report of *Azolla*, Use for 1979. p.20, IRRI, Los Banos, Philippines (1980).
- 9) 安部五一・中川清・児玉三郎：オオアカウキクサの被害と防除，日作北陸会報 **2**，51～54 (1966).
- 10) 松本久夫・田中礼義・平田修治・工藤洋男：除草剤によるアカウキクサの防除試験，九州農業研究 **30**，83 (1968).
- 11) Robert W. Holst, John H. Yopp, and George Kapusta : Effect of Several Pesticides on the Growth and Nitrogen Assimilation of the *Azolla*—*Anabaea* Symbiosis. Weed Sci. **30**, 54～58 (1982).
- 12) Ngo, GiaDinh : The Effect of *Azolla pinnata* R.Br. on Rice Growth, BIOTROP Report, 2nd Indonesian Weed Sci. Conf. (1973).
- 13) Rains, D. W. and Talley, S. N. : Use of *Azolla* in North America in Nitrogen and Rice. 419～433, IRRI, Los Baños, Philippines (1979).
- 14) 笠原安夫：日本雑草図説，養賢堂，東京，489～490 (1968).
- 15) 日本植物調節剤研究協会：農作物の除草に関する実態調査報告書，水稻編(1), (2) (1982).

昭和58年度春夏作芝生関係

除草剤・生育調節剤試験成績概要

財団法人 日本植物調節剤研究協会 技術部

昭和58年度春夏作芝生関係除草剤・生育調節剤試験成績検討会は，昭和58年11月29日(火)に 植調会館3階会議室（東京都台東区台東1-26-6）において開催された。