

## 水生作物（1）

ジザニア研究会とワイルドライス

ジザニア・水生植物研究会

会 長 三 枝 正 彦

### 1) はじめに

水生作物として最も栽培面積が多く、重要な作物はもちろんイネである。イネはコムギ、トウモロコシと共に、世界三大穀物の1つであり、その1999年の収穫面積は1.55億ヘクタール、生産量は5.96億トンで、トウモロコシの6億トンに次ぐ世界第2位の生産量である（FAO：2000）。これを国別に見ると中国が2億トンと約1/3を占め、次いでインド、インドネシア、ベトナム、バングラディシュ、タイ、ミャンマー、ブラジル、フィリピン、日本の順でアジアの高い人口密度を支えている。我が国の生産量は第10位の1,228万トンであるが、単位面積あたりの生産量は籾収量で約6トン/ヘクタールと極めて高い水準にある。しかしながら我が国では1967年から米が生産過剰となり、1969年から生産調整が行われている。この間、1993年には記録的な冷害に見舞われ、一時的に主食である米の生産確保の動きもあったが、その後の豊作と飽食による米の消費量の低減で再び日常茶飯事のような生産調整が行われ、休耕田と転作田は現在3割余にも及んでいる。また、2000年からは米の自由化が行なわれ、瑞穂の国の美田はパッチワークのような虫食い状態である。とりわけ労働生産性が低く、高齢化、婦女子化が進む中山間地の水田の荒廃状況は目を覆いたくなるものがある。

一方、世界人口は1998年に60億人に達し、現在では約64億人と言われる。そして依然として0.8億人ずつ増加しており、2050年には100億人に達するとも推定されている。これに対して世界の耕地面積の年間増加率は1950年頃より減少し始め、1995年にはついにマイナスに転じたと言われる。一方、残された可耕地は開発に多大な費用を必要とするポドソルや泥炭土のような酸性土壌が大半

を占めている。これに加えて、地球環境の悪化に伴う肥料や農薬の使用量の低減、地球温暖化に伴う異常気象に起因する水不足や低温あるいは高温障害での穀物生産量の低下、途上国の食習慣の欧米化による一人当たり穀物必要量の増加を考慮すると、近い将来極めて深刻な地球規模での食糧不足が到来することが予想される。このような状態になると、現在穀物自給率が28%と著しく低い我が国は致命的な打撃を受けることは免れない。

水稲は穀物の中で最も安定した収量が得られ、かつ美味しく、栄養価に富むこと、また酸性に強く、気候に対する適応性が大きいことから21世紀の食糧生産に最も大きな貢献をする穀物である。現在米の生産過剰とはいえ、先人が長い期間を費やし、多大な労力と経費をかけて造り上げてきた美田が本来の目的以外に向けられ、荒廃しているのは痛恨の極みである。早稲田大学大塚教授の言葉によれば我が国の宝物は「田からの物」すなわち“お米”である。お米は我が国の主食であると共に文化そのものである。近未来に予測される食糧危機に備え、水田機能を維持しながら、かつ持続的な農家経営を可能にすることが重要である。そのためには稲作を必要とするまでイネに代わる付加価値の高い水生作物を栽培することが最も理想的である。

### 2) 水生作物（植物）の種類と特徴

現在水生作物（植物）として多少なりとも経済的価値が認められる主なものを表1に示した。これらの中にはコナギやヨシのように極めて野草（雑草）に近いものから、ワサビやマコモ（筍）、セリのように付加価値の高いものまで含まれるが、栽培環境の違いから便宜的に3つのグループに分けることにする。

表1. 水生作物（植物）の種類と水田適性

作物名	水田機能維持	経済性	栽培管理	総合	備考
イネ	○	○	○	○	最適作物
ヒエ	○	△	○	○	特殊作物
イグサ	○	○	○	○	適地限定
マコモ（筍）	○	○	○	○	販路開拓
アメリカマコモ	○	○	○	○	脱粒性・販路
ワサビ	×	○	○	×	砂利敷設
セリ	○	○	○	○	防寒対策
ヤナギタデ	○	○	○	○	需要バランス
クレソン	○	○	○	○	販路開拓
エンサイ	○	○	○	○	販路開拓
オオクロガイ	○	△	○	△	用途・販路
クワイ	○	○	○	○	販路・用途
サトイモ	○	○	○	○	販路・用途
ハス	△	○	○	△	沼地化
ジュンサイ	△	○	○	○	沼地化
コナギ	○	×	○	×	用途開拓
ヒシ	△	△	△	×	沼地化
ミズ	○	○	○	○	販路開拓
ヨシ	△	△	△	×	用途・需要

×：難，△：やや難，○：優

- ① 水辺（湿地）：ミズ，ヤナギタデ，ユリワサビ，ヨシ
- ② 水田（湛水）：イネ，ヒエ，マコモ（筍），ワイルドライス，セリ，クレソン，サトイモ，クログアイ，イグサ，クワイ，ワサビ，エンサイ，ハス（レンコン），コナギ
- ③ 溜め池：ジュンサイ，ヒシ，ハス（ハナバス）  
これらの中でイネに代わり水田機能を維持するには主としてワサビを除く②のグループの植物が

表2. マコモ属（*Zizania*）植物の種類と分布

通 称	ラテン名	染色体数(2n)	草丈(m)	分 布
1・多年生（マコモタケ）				
マコモ	<i>Z. latifolia</i> Turcz.	34	2-3	アジア
テキサスマコモ	<i>Z. texana</i> A.S.Hitche	30		アメリカ(テキサス)
2. 一年生（ワイルドライス）				
アメリカマコモ	<i>Z. aquatica</i> var. <i>aquatica</i> L.	30	2-3	カナダ，アメリカ
ブレピスマコモ	<i>Z. aquatica</i> var. <i>brevis</i> Fassett	30	0.2-0.65	カナダ(セントローレンス)
パルストリスマコモ	<i>Z. palustris</i> var. <i>palustris</i> L.	30	0.6-1.2	カナダ，アメリカ
インテリアマコモ	<i>Z. palustris</i> var. <i>interior</i> (Fassett) Dore	30	1.2-2.4	アメリカ，カナダ

ドール (Dore, 1969) による

適している。

### 3) ジザニア研究会と水生作物（植物）

ジザニア研究会は水稲の生産調整に伴う休耕田の荒廃を苦慮し，水田機能の維持と農家経営の安定化を目指して，イネに代わる作物としてマコモ属（*Zizania*）の作物（ワイルドライスとマコモタケ）の研究のために1984年に発足した。その後，平成12年には対象植物を広げ，ジザニア・水生植物研究会とし，研究会とマコモサミットを交互に開催している。本年度は長野県豊野町で10月16，17日にマコモサミットを予定している。

我が国ではマコモは神事に使われ「聖なる植物として」保存利用されてきたが，マコモはイネと近縁の植物である。植物分類上はイネ科(Gramineae)，イネ亜科 (Oryzoideae)，イネ族 (Oryzeae)，マコモ亜族 (*Zizaninae*)，マコモ属 (*Zizania*) に属する植物の総称で，これまでに表2に示されるように東アジアに1種，北アメリカに3種見いだされている。

アジアに分布するマコモ (*Z. latifolia* Turcz.) は多年生で古くから神事に使われているが，黒穂病菌が寄生して茎が肥大し，筍 (マコモタケ) を産するものがある (次回詳述予定)。

北アメリカには多年生のテキサスマコモ (*Z. texana* A.S. Hitche) と1年生のいわゆるワイルドライスとして種子を食用とするものがある (*Z. aquatica* と *Z. palustris*)。今回はイネに最も近いといわれ，種子を食用とするワイルドライスについて紹介する。

#### 4) ワイルドライス

ワイルドライスには、インディアンライス、カナディアンライス、ウォーターオート、マノシンなど様々な呼び方があり、ヨーロッパから白人が北米大陸に移住する以前から原住民のアメリカンディアン主食として利用されてきた。彼らは湖沼に自生するワイルドライスをカヌーの中に棹でたたき落として収穫してきた。自然のワイルドライスは脱粒性が高く収穫時期の判定が難しい反面、湖底に落ちた種子が自生するので播種することなく毎年収穫することが可能である。

私がこのワイルドライスと初めて出会ったのは1990年米国ウエストバージニア州の第2回低pH領域における植物と土壌の相互作用に関する国際会議の帰途、カリフォルニア大学デービス校にダールグレン博士を訪ね、サクラメント周辺の農業を視察していた時である。私の眼についたのは「ワイルドライス」の調整工場の巨大な看板でした。予備知識が無かった私は「カリフォルニア州では米が生産過剰なのにどうして野生稲まで利用するのか」と全く無知な質問をしました。博士はミネソタ州出身で幼時からワイルドライスに親しんできたこと、イネとは異なり風味に優れ、高価であること（当時は1袋4.5ドル/ポンド）、耐冷性に優れ、近年は栽培されていることなどを道路脇のフルーツショップで販売していたワイルドライスの子実を示しながら懇切丁寧に説明してくれた。この時、このワイルドライスこそ寒冷な東北地域の休耕田の付加価値作物になるのではないかと大きな興奮と期待を寄せたことを今更のように思い出します。

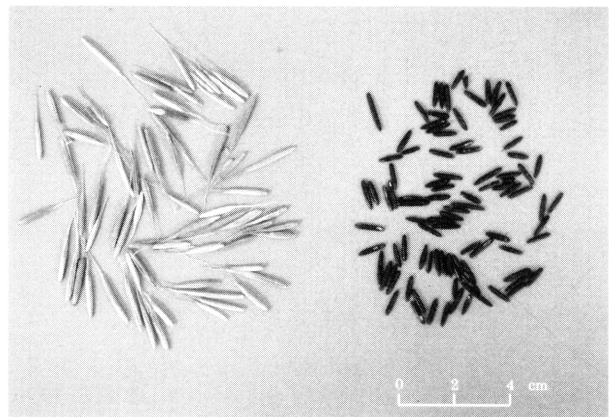
一般に、ワイルドライスというと私のように野生稲を想像するかとされますが、ワイルドライスにはいわゆるイネ属植物の野生稲と北アメリカに分布する1年生のマコモ属植物とその子実を総称する場合の2通りがある。中村(2000)は後者をワイルドライス、イネ属の野生種をザ・ワイルド・ライスと区別している。もちろん本文ではイネに代わる水生作物であるので北アメリカ原産の1年生マコモをワイルドライスとして述べることにする。

ワイルドライスには表2に示すように2種4変

種があり、中村(2000)は*Z. aquatica* var. *aquatica* L. をアメリカマコモ、*Z. aquatica* var. *brevis* Fassett, をブレビスマコモ、*Z. palustris* var. *palustris* L. をパルストリスマコモ、*Z. palustris* var. *interior* (Fassett) Dore をインテリアマコモと呼んでいる。これらの中で食用とされるのは*Z. palustris* で、アメリカ、カナダ南部に自生し、濃黒色、長粒子で高品質とされているのがパルストリスマコモ：レイク(湖沼)ライスである。また近年、ミネソタ州やカリフォルニア州で改良され栽培が進められている難脱粒性の品種は相対的に短粒子であり、インテリアマコモ：リバー(河川)ライスから選抜されている。(写真1)。

#### 写真1. ワイルドライスの子実

左：粃 右：市販の子実



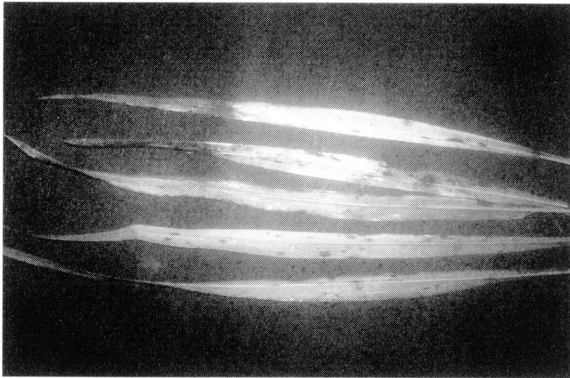
#### 5) ワイルドライスの特徴と栽培上の問題点

ワイルドライスは極めてイネと近縁である。これまで多年生のマコモのイモチ病はイネに感染しないことが知られていた。しかし、東北大学附属農場に発生したワイルドライスのイモチ病はマコ

#### 写真2. ワイルドライスの栽培(開花期) ：東北大学附属農場



### 写真3. ワイルドライスに感染した イネササニシキのイモチ病斑



モノイモチ病菌より細長く、生育速度やコロニーの色も異なり、種々の接種試験の結果、イネのイモチ菌レース003あり、周囲のササニシキから感染した事が明らかとなった(生井ら, 1996)(写真2, 3参照)。したがって、イネより生育の早いワイルドライスはイネイモチ病の発生予察に応用できる可能性と管理によってはイネへの感染源となりうる事が指摘されている。また、重川, 三枝(1994)はイネ科植物のキラル(Chiral)認識の多様性を検討し、ワイルドライスはヒエやムギ類と異なりイネと同様な反応を示す事を明らかにした。イネとの近縁性はサザンハイブリダイゼーションで検討したDNAの相同性からも示唆されている。

ワイルドライスが耐冷性に優れていることは、その地理的分布(カナダや米国ミネソタ州に自生)からも明らかである。また1993年は我が国稲作史上、記録的冷害であり、北海道十勝地域のイネの作況指数は2と最悪であったが、ワイルドライスはほぼ平年並みの100kg/10aであった(中村, 2000)。先述したようにワイルドライスはイネに極めて近縁であるので、将来ワイルドライスの耐冷性遺伝子をイネに導入できる事が期待される。

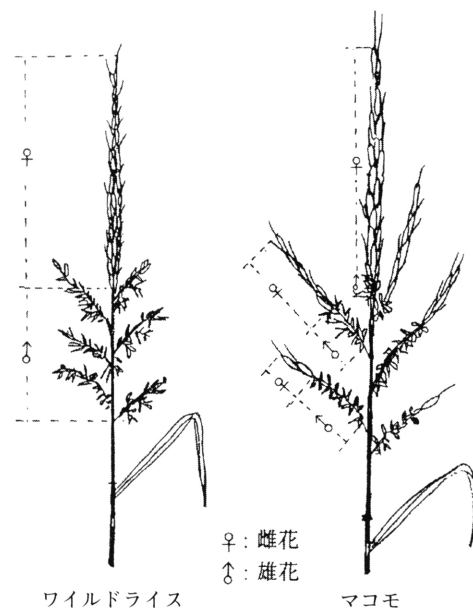
一方、ワイルドライスの易脱粒性は自然下種更新を可能にするが、収穫ロスにつながり栽培上の最大の問題点であった。近年難脱粒性品種が開発され、反収が30-40%向上し、ミネソタ州(Oelke, 1998, Oelke et al, 1982)やカリフォルニア州(Hill et al, 1989)では栽培面積も増加した結果、収穫量はこの20年で5-10倍も増加した。一方、収穫量の増加と共に、価格が下落し、1996年には

1.5ドル/ポンドと20年前の1/3程度となっている。

栽培上のもう1つの問題は乾燥種子の休眠性であり、アブシジンが深く関与している。乾燥種子の休眠性を打破するには1-3℃の土中や水中に3-5ヶ月置いておく必要がある。

米国におけるワイルドライスの食品としての価値は高く、風味や栄養にも優れていることもあって、販売価格は依然としてイネの4-5倍も高い。ワイルドライスのタンパク質は113%前後で米よりも著しく高い。またリジン, メチオニン, スレオニンが多く、リボフラビン, リノール酸, リノレイン酸が高く、栄養的に極めて優れた食品であることが知られている。したがって、香りが高いこともあって、クリスマスの七面鳥やカモ料理の詰め物にされるのを始め、スープやサラダ, ピラフや各種肉料理などに使われる他に、半加工品, 冷凍加工品, 健康食品などにも拡大している(太田・杉本, 1990)。

図1. ワイルドライスとマコモの  
雌・雄花の着生状況



ワイルドライスの生理生態学的興味は風媒性と雌・雄花の位置関係と生育状態を反映した両者の量的関係である。マコモ属は風媒花であるにもかかわらず、図1に見られるようにマコモもワイルドライスも雌花が雄花より上部に着生し、雌花は雄花より数日早く開花する。また多年性のマコモ

では雌花割合と稈長の関係が不明確であるが、ワイルドライスでは稈長が短くなる(生育量が小さい)と雄花が減って雌花の割合が多くなる(三枝ら, 1993)。これらのことは自家受精を防ぎながら, 生育環境が悪い場合は雌花割合を増やし, 相対的に多くの種子を生産すると解釈され, 理にかなっているように思われる。

#### 6) ワイルドライスの栽培法

ワイルドライスの栽培化において最も大きな問題であった易脱粒性が改善され, ミネソタ州やカリフォルニア州では水田栽培が成功し, 近年急激に生産量が増加している。我が国では, 冷涼な北海道(Genma,1993)から温暖な愛知(和田,2002)までの栽培例がある。乾燥種子の休眠性が強いので冬期間1-3℃の水中に数ヶ月間, 浸漬したのち発芽育苗を行う。栽植密度, 施肥もほぼイネに準ずるが, イネより冷涼で水温が低く, 深水にすることが奨められている。深水はヒエの抑制にもつながり効果的である。収量は窒素施用量にレスポンスするが過剰施肥は倒伏を引き起こすので, 数回に分けて各成分を5-7kg/10a程度行う。またイネと同様に肥効調節型肥料を用いれば全量基肥栽培が可能であるが, 一般に栽培期間がイネより1ヶ月程度短い。前述の如くイネに極めて近縁であるので病虫害, とくにイモチ病の発生に注意をする。脱粒性の低い品種が望ましいがパテントがあり, 米国からの新品種の入手は困難といわれる。一方, 同一水田で栽培を継続するなら自然下種があり, 冬期の湛水が続けるだけで翌年の播種は必要としない。収量は脱粒性とも関係するが100-200kg/10a程度である。

米国では健康食品として販売され年々生産と消費がのび, スーパーマーケットや産地では道路脇のフルーツ直売店で販売されている。またファミリーレストランでもサラダや肉料理に広く使われ

ている。美食を自他共に認める日本人は, その風味を知ったらブレイクするだろうか?今年度も, イネが冷害の様相を呈している東北・北海道ではワイルドライスがイネに代わる救荒作物となるであろうか?寒冷地の“町興し作物”としての栽培が期待される。

#### 引用文献

- 1) J.E.Hill: Wild Rice in California, Agronomy Progress Report, Univ. California Davis. 1-57, (1989)
- 2) T. Gemma, H. Miura, and K. Hayashi, Effects of Water Depth and Temperature on the Seedling Growth of Wild Rice: Jpn. J. Crop Sci. 62,414-418, (1993)
- 3) 中村重正: 菌食の民俗誌—マコモと黒穂菌の利用, 八坂書房, 1-205, (2000)
- 4) 生井恒雄・貫名学・三枝正彦・富樫二郎: ワイルドライスに発生したいもち病, 日本病理学会報, 62,247-253, (1996)
- 5) 太田初子・杉本栄子: ワイルドライスの性状とピラフへの応用, 大阪信愛女短大紀要, 24,65-78, (1990)
- 6) E.A.Oelke: North American Wild Rice, Dep. Agron Plant Gene. Univ. Minnesota, 1-32, ジザニア研究会 (1998)
- 7) E.A.Oelke, J. Grava, D. Noetzel, D.Barron, J. Percich, C. Scheritz, J. Strait, and R. Stucker: Wild Rice Production in Minnesota, Univ. Minnesota, 1-40, (1982)
- 8) 三枝正彦・渋谷暁一・星川清親・源馬琢磨: ワイルドライスの稈長と雄花・雌花の割合: 日作東北支部報, 36,13-14, (1993)
- 9) 和田富吉: ワイルドライスの暖地水田栽培とその資源維持, ジザニアぶみ, 20, 6-7, (2002)