

水田におけるオモダカの生き残り戦略

伊藤 一幸*

Survivorships of *Sagittaria trifolia* L., a perennial arrowhead weed in paddy rice field

Kazuyuki Itoh*

2004年8月17日に私たちは宮城県で第6回東北雑草研究会を開催した。その講演会のテーマは「多年生雑草の繁殖戦略を探る」であり、コウキヤガラやオモダカの栄養繁殖体の特性について活発に議論された。コウキヤガラは耐塩性や除草剤耐性、乾燥耐性など多くの環境耐性がすこぶる高いのに、干拓地以外ではそれほど重要な雑草となっていない、オモダカの塊茎の環境耐性はそれほど高くないにもかかわらず、多年生雑草ではクログワイに次ぐ第2の強害雑草となっている、ヒルムシロやウリカワの栄養繁殖体からの出芽は無酸素条件の方が伸長する、といったものだった。

久しぶりにオモダカの生態について話せたのは私としてはうれしかったが、ここではそのときに話さきれなかったことや、後からいただいた質問への答えを含めて総説として執筆することとした。ここで述べるオモダカとはクワイのような葉の幅の広いものから、いわゆるホソバオモダカ (Makino 1918) といわれているような葉幅の狭いものまですべてを含んでいる。それらは連続的な変異であり、種としては1つと考えているからである。講演会を企画された方々など関係者に感謝したい。なお、具体的な図表についてはオモダカの生態に関して私は何回か『雑草研究』等に発表しているので、ここでは割愛した。若い方で、図表のご入用な方は著者までご請求ください。別刷りなど今時は、はやりませんが、デジタル情報になる前の報告ですから、残部がたくさんあります。

1. 塊茎の休眠覚醒条件と時期

水田に生育するオモダカの塊茎には深い休眠性がある (草薙 1984)。初秋の形成過程のものではそれほど深い休眠はないが、晩秋から初冬にかけては光照射、25°C 前後の温度条件など好適条件を与えてもまったく萌芽しない (伊藤・宮原 1989a)。これは埼玉県鴻巣市で実施

した圃場試験であるが、前年の水田にオモダカをたくさん作付けて、よく管理して生育させ、翌年は水を入れないように降雨は成り行きに任せて畑状態の水分条件におき、春先からおよそ2週間おきの夜半に、暗がり以前年に形成された塊茎を掘り出して、休眠状態を調査した。25°C の暗黒湛水条件で10日後に出芽したものを休眠覚醒と考えると、ほとんどの塊茎が10日間で出芽するのは予想よりずっと遅く、小麦収穫後の田植え時期である6月下旬となった (伊藤・宮原 1989b)。この試験はオモダカ塊茎では土壤水分が60%以上の高水分条件でないと萌芽しない特性 (小山ら 1986a) を活用したものであった。

年間の土壤水分や水稻作期を変えて塊茎からの発生長を調べてみると、実際の水田では中干し期以降に出芽するものがたくさんあった (伊藤・宮原 1989c)。水稻の栽培時期だけ湛水される乾田条件では、総出芽数の半数以上が中干し期以降に出ていた。これは土壤中のガス環境の違い、塊茎の大きさの多様さ、地表から20cmまでの深さから土壤表面に出てくる物理的な抵抗、休眠覚醒程度の差異など、いろいろな条件が複雑に絡み合って発生が不斉一になることが解明されている (伊藤 1987)。しかし、光があたった条件では大部分の塊茎で、5月上旬には出芽がみられており、代かきにより田面に露出した塊茎は早く出芽することが裏付けられている (伊藤 1987)。こうしたことから、オモダカの防除には代かき時に多めに水を入れて、塊茎を浮かせ、すくい取ってしまったらどうかという乱暴な意見もあるが、なかなか思うようには管理できない。

蓮田や用水路など水田以外に生育しているオモダカ塊茎の休眠は浅く、水田とは異なった反応を示すことも観察されている (伊藤 1997; 山河 2002)。沼や蓮田に生育しているオモダカが本来で、水田への適応の過程で深い

* 国際農林水産業研究センター 〒305-8686 つくば市大わし1-1

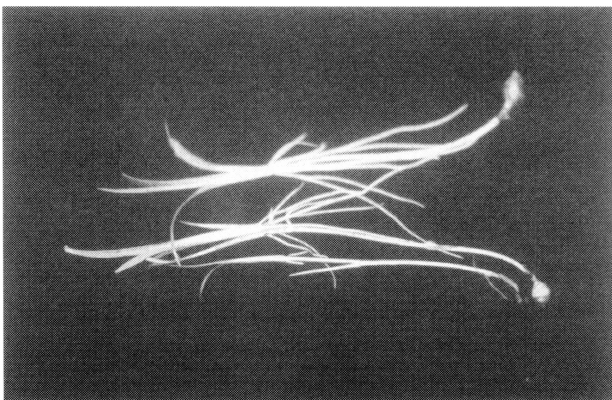
Japan International Research Center for Agricultural Sciences (JIRCAS), 1-1 Ohwashi, Tsukuba, Ibaraki, 305-8686, Japan

休眠性を獲得したのであろう。

休眠覚醒法としては冬季の低温だけでなく、30℃畑水分土中に一週間以上貯蔵されることによって完全に覚醒されることが分かっている(伊藤・宮原 1989a)。この方法は短期間で休眠を覚醒することができ、除草剤試験などにオモダカを用いるときには苗の大きさが揃い、有効な方法である。オモダカ塊茎の出芽の適温は比較的広く15℃～30℃であった、一定の温度より昼夜変温の方が伸長しやすい傾向が見られた(伊藤・宮原 1989a)。

2. 発生長の長期化による乾田への適応

オモダカの塊茎からの発生長を年間の土壤の水湿条件、水稲作期(入水の時期)を変えてコンクリートポットやライシメーターで調べてみた(伊藤・宮原 1989a; 伊藤 1997)。水田の水分条件について述べておくと、一年中水田に水があり、過湿で耕盤が形成されない水田を湿田と称する。これに対して暗渠を施工し、水稲栽培期間中だけ湛水する水田を乾田と称する。同じ土壤を用いても、何年か湿田条件で継続して試験をすると、徐々に土が湧いてきて、コンクリートポットからあふれるようになる。これに対して、乾田条件で継続して試験をすると土がしまつて、コンクリートの縁から20cmも下がることがある。こうした水田環境でオモダカ塊茎の発生長は湿田条件では、6月下旬をピークとし、5月上旬から4か月間のなだらかな一山型であるのに対して、乾田条件では代かき直後と中干し後の二山形となる。そして、乾田条件では中干し後に発生する方が代かき以降に発生するものよりはるかに多いことが分かった(伊藤 1997)。オモダカの塊茎の表皮は柔らかく、芽も細くて折れやすいため湿田に適したものであることは言を待たないが、乾田化された水田にも適応してきている(伊藤 1988,



塊茎から抽出したオモダカの幼植物

湿田条件ではオモダカがこのくらいの大きさのときに、ていねいに抜けば土壤表面から15cmほど深い位置に形成された塊茎も一緒に抜けてくるが、乾田では5cmの深さでも塊茎をつけて抜くことは難しい。

1997)。そして、暗い水稲群落の中でも葉を展開し、水稲と競争ができるような耐陰性の光合成特性をもっている(Itoh and Kusanagi 1981; 山岸・武市 1977)。

中干し後に出芽したオモダカはさすがに抽出葉数も少なく、ほとんどの株は花茎を伸ばすこともなく、その結果として花を咲かせたり種子を生産することはないが、霜が降りるまでに塊茎の形成はする(伊藤・宮原 1987)。線形葉だけしか抽出しない小さな植物体であっても、1cm程度の短い地下茎を伸ばして、その先端に一つだけ塊茎をつける(伊藤ら 1988)。これが多年生雑草の恐ろしいところである。

塊茎形成にはホルモンバランスが大切であり、50ppmのジベレリンの茎葉処理により、塊茎形成を阻害できることが知られている(Harada and Tanaka 1983)。この他のオモダカの生理・生化学的特性については雑草モノグラフ(山河・伊藤 2004)を参照のこと。

温暖地の早期栽培では水稲の刈り後でも温度が高く、水稲と一緒に地上部が刈られた株から花茎が抽出し、種子生産することもある。こうしたオモダカの生活史は早期栽培が始まってから成立した“すきま活用型”の群落であり、歴史的には非常に新しいといえる。

3. 栄養繁殖と種子繁殖のバランス

オモダカの塊茎形成数は株の大きさにより変動があつて、一株で1個しか作れなかった貧弱なものから、数百個もつける大株までであるが、平均的には50～100個/株程度であらう。同一の株に形成された塊茎であっても1個重が生重で50mg未満のものから、クワイに近い10gを越すものもあつて、大きさの変異が大きいところに特徴がある(伊藤ら 1988)。大きくて充実している塊茎の休眠は深い傾向もみられている(伊藤・宮原 1989a)。また、クワイのように大型で少数の塊茎を形成する系統では枝分かれの少ない少数の太い地下茎の先端に、小型の塊茎を多産する系統では細い数多くの地下茎の先に塊茎が形成される(山河 1991)。

これまでオモダカ塊茎からの出芽のことしか述べてこなかったが、オモダカは種子でも繁殖する。代かきのころに発生したオモダカは水稲群落の水田で花を咲かせ、ミツバチやハナアブに受粉されて(田中 1985)たくさんの種子を生産する。同一花茎では雌花から雄花の順に咲き、種子生産は訪花昆虫の制御により妨げられる明らかな雌性先熟の虫媒花である(川辺ら 1998)。ある程度大きな株にならないと花茎を抽出しないが、水稲群落中で真っ白な花弁の花をみることは希ではなく、ごく普通のことである。株内での種子と塊茎の生産は競争的であり、種子生産妨害のための花序切除は塊茎生産量を増大させる(山河 2002)。結実すれば種子生産数は数千～数万粒/株となる。この種子(正しくは中央部に一つの無胚乳

種子をいただく約0.4mgの瘦果(榎本1992)には発芽力があり、何年にもわたって出芽する(千坂ら1985)。また、種子には翼があり、生産された翌年くらいまでは水をはじき、水に浮く。これは水による種子の分散・定着に適応した特性と思われる(Ikeda and Itoh 2001)。

今日、一般の水田には何らかの除草剤が散布されている。オモダカの実生は養分も少なく、かなり小さいので、そのままでもかなり定着率は低い。ほとんどの除草剤はこの種子由来の個体を枯らすことができるので(佐合ら1975)、水田に生育するオモダカは大部分が塊茎由来で、ときによればクローン化している場合が見られる(伊藤1997; Yamakawa 1998)。除草剤が使われない状況では、オモダカであっても種子繁殖の意味は大きい。種子繁殖には種子の寿命の長さをシードバンクによって維持している個体群絶滅後の遺伝子の維持と、交雑による雑種形成という種としての遺伝的多様性の拡大という二つの使命がある。これがなければオモダカは生き延びられないし、除草剤抵抗性生物型は生まれ得ないと考えられる。

4. オモダカの水田における増減と除草剤への耐性・抵抗性

オモダカは水稻が栽培される前から沼や氾濫源にあった抽水植物である(山河・伊藤2004)。水深が50cmより浅い湛水域には生育できる。水田としてはやや深水の、水深15cm程度が最適生育域である(伊藤・渡辺1983)。

笠原(1951)によると、戦前の水田には北海道から近畿地方では「やや多い」または「少数だが広く」分布している。中国・四国・九州では「点々と」か「極めて希に」分布していたようである。花や葉がきれいな植物で、家紋になったりして有名ではあったが、強害な雑草であったというイメージはない。

1970～80年代にかけて最も目立った雑草であり、植調協会の調査によると1976年では北海道がダントツに多く、全国平均で18%の水田に見られている(日植調1976)。また、82年の調査によると東北が44%と全国で最も高く、全国平均では20%であった(日植調1983)。オモダカが水稻を圧倒する条件は水田の水口で、水稻より早く群落を形成した場合である(伊藤・宮原1988)。実験的にもオモダカの低温条件における生育は他の水田雑草とくらべて旺盛であった(椛木・中村1984)。この増加要因として大きなものは初期剤(CNPやブタクロールなど)と中期剤(ベンチオカーブまたはモリネートとシメトリン・MCPB)の体系処理の時代が長く続き、初期剤で抑えられなかった塊茎由来のオモダカが残りが残ったのではないかとされている(小山ら1986b)。また、塊茎の大きさや系統により除草効果に差異があることも知られている(中山・森田1993)。もしもホルモン系の後期剤が普及していたらオモダカはこれほどひど

く増加しなかったものと思われる。そして、体系処理によって一年生雑草をほぼ完璧に防除できるようになったことが相対的に発生の遅いオモダカやクログワイなどの多年生雑草を増加させた要因であろう。この時期の水田雑草調査ではオモダカは北海道から沖縄県まで、海拔0m～1000mを越えるところまでに生育していた(伊藤1997)。

1980年代後半からオモダカに効果の高いピラゾレート剤が普及し、続いて一発処理剤の主成分となった残効期間の長いスルホニルウレア系除草剤の普及により、水田のオモダカは減少しているものと思われる(宮原1992; 日植調東北支部2002)。オモダカに適用がある除草剤の一覧は雑草モノグラフ(山河・伊藤2004)を参照のこと。

しかし、近年、秋田県大曲市で bensulfuron-methyl 抵抗性生物型がオモダカでもみつかった(内野・渡辺2002)。ブラジルやカリフォルニアの水田ではスルホニルウレア系除草剤に抵抗性をもったオモダカ科雑草 *Sagittaria montevidensis* が猛威をふるっている(伊藤2000)。オモダカの増減はまだまだ予断を許さない状況である。

引用文献

- 千坂秀雄・伊藤一幸・児嶋 清・古谷勝司・片岡孝義・宮原益次 1985. 雑草研究 30(別): 133-134.
 榎本 敬 1992. 雑草研究 37(別): 130-131.
 Harada, J., and T. Tanaka 1983. Bull. Hokuriku Natl. Agric. Exp. Stn. 25: 79-86.
 Ikeda, H. and K. Itoh 2001. Ecological Research 16: 99-106.
 伊藤一幸 1988. 矢野悟道編「日本の植生」, 東海大学出版会, 東京, pp. 145-158.
 伊藤一幸 1997. 農業研究センター研究報告 26: 1-75.
 伊藤一幸 2000. 植調 34: 3-8.
 Itoh, K. and T. Kusanagi 1981. Proc. 8th Asian-Pacific Weed Sci. Soc. Conf., 307-312.
 伊藤一幸・宮原益次 1987. 雑草研究 32: 136-143.
 伊藤一幸・宮原益次 1988. 雑草研究 33: 49-54.
 伊藤一幸・宮原益次 1989 a. 雑草研究 34: 19-26.
 伊藤一幸・宮原益次 1989 b. 雑草研究 34: 154-162.
 伊藤一幸・宮原益次 1989 c. 雑草研究 34: 299-307.
 伊藤一幸・宮原益次・渡辺 泰 1988. 雑草研究 33: 136-144.
 伊藤一幸・渡辺 泰 1983. 雑草研究 28: 187-193.
 椛木信幸・中村 拓 1984. 雑草研究 29: 153-158.
 笠原安夫 1951. 農学研究 39: 143-154.
 河辺 恵・望岡亮介・山河重弥・山口裕文 1998. 雑草研究 43(別): 266-267.
 小山 豊, 山岸 淳, 宍倉豊光, 深山政治, 武市義雄 1986 a. 千葉農試研報 27: 169-183.
 小山 豊, 山岸 淳, 宍倉豊光, 深山政治, 武市義雄

- 1986 b. 千葉農試研報 27 : 185 - 195.
- 草薙得一 1984. 雑草研究 29 : 255 - 267.
- Makino, T. 1918. Jap. J. Bot. 1 : 35 - 37.
- 宮原益次 1992. 「水田雑草の生態とその防除」, 全農教, 東京, pp. 274.
- 中山壮一・森田弘彦 1993. 雑草研究 38(別) : 164 - 165.
- 日本植物調節剤研究協会 1976. 植調 10 : 39.
- 日本植物調節剤研究協会 1983. 「農作物の除草に関する実態調査結果のまとめ」, 全国農業改良普及協会, 東京, pp. 22.
- 日本植物調節剤研究協会東北支部 2002. 日本植物調節剤研究協会東北支部会報, 37 : 41 - 67.
- 佐合隆一・西 静雄・安立明朗 1975. 日本雑草防除研究会第 14 回講演要旨 76 - 78.
- 田中 肇 1985. 雑草研究 30 : 155 - 156.
- 内野 彰・渡辺寛明 2002. 雑草研究 47(別) : 56 - 57.
- 山岸 淳・武市義雄 1977. 雑草研究 22(別) : 92 - 93.
- 山河重弥 1991. 雑草研究 36 : 8 - 16.
- Yamakawa, S. 1998. J. Weed Sci. Tech. 43 : 230 - 236.
- 山河重弥 2002. 雑草研究 47 : 79 - 81.
- 山河重弥・伊藤一幸 2004. 雑草研究 49 : 206 - 219.

(2005年3月30日受理)