

雑草モノグラフ(8)

誌名	雑草研究
ISSN	0372798X
著者名	小山,豊 森田,弘彦 千葉,和夫
発行元	日本雑草防除研究会
巻/号	59巻1号
掲載ページ	p. 15-24
発行年月	2014年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



雑草モノグラフ

8. コウキヤガラ (*Scirpus maritimus*)

小山 豊*・森田弘彦**・千葉和夫***

コウキヤガラ (*Scirpus maritimus*) は水田多年生雑草の一種で、もともと湿地に生育する植物である。区画整理や基盤整備等により水田内に侵入して、現在では多発し防除に苦慮している水田があり、水田の難防除雑草の一つに挙げられている。そのため、我が国では水田雑草として多くの研究が行われている。ここでは、我が国における研究を中心に、必要に応じて海外の研究を引用しながら、コウキヤガラに関する情報を紹介する。

1. 一般的記載

1) 植物名

カヤツリグサ科 (Cyperaceae) ウキヤガラ属 (*Bolboschoenus*) の植物で、日本雑草学会の雑草名で扱われるように広義のホタルイ属 (*Scirpus*) に含める場合もある。

和名：コウキヤガラ、エゾウキヤガラ

外国名：アルバニア：sitke deti, shqirre deti, チェコ：kamysnik primorsky, デンマーク：strand-kogleaks merikaisla, ドイツ：Meer-Simse, Strand-Simse, Geneine Strandsimse, ポーランド：sitowiec nadmorski, ベルギー：coco grande, スロバキア：visoka zuka, スペイン：serrada mayor, スウェーデン：havessav, ユーゴスラビア：sarira primorska (竹松・一前 1997), 中国：扁稈蘆草, 台湾：雲林菴草, 韓国：jommaejagi, フィリピン (Tagalog)：apulid, イギリス：Sea club-rush, フランス：scirpe maritime, イタリア：cipollino, lisca marittima, オランダ：zeebies, ハンガリー：zsióka, アメリカ：alkali bulrush, salt marsh bulrush, prairie bulrush (*S. paludosus* に対して)

和名のコウキヤガラは「小 浮き矢柄」で「小型のウキヤガラ」を意味する。近縁種であるウキヤガラ (浮き矢柄) の名は、矢の柄 (籠) に似た稈が枯れて水に浮くことによる。エゾウキヤガラは、「蝦夷ウキヤガラ」で、「小穂数 1~3,

本州に分布：コウキヤガラ、小穂数 3~4, 北海道、樺太に分布：エゾウキヤガラ (牧野・根本 1935; 村越 1934)」を区別した時代の名称である。中国での名称「扁稈蘆草」の「扁稈」は、後述の *Scirpus planiculmis* の種小名 (平ら・稈) の意訳である。

コウキヤガラの方言名はほとんど知られておらず、わずかに鹿児島県の奄美群島でニグサ (与論) や沖縄県でバガピン (石垣・川平) と呼ぶ (天野 1979) 程度である。

学名：小山 (1980) は、多様な形態を示すホタルイ属 (*Scirpus*) の植物の中から、「稈の節と葉身が明瞭な群」として分割したコウキヤガラを含む日本のウキヤガラ属 (*Bolboschoenus*) の植物を、「ウキヤガラ *B. fluviatilis* subsp. *Yagara* (Torrey) T. Koyama, コウキヤガラ *B. maritimus* (L.) Palla, イセウキヤガラ *B. planiculmis* (F. Schmidt) T. Koyama」の 3 種に整理した。この群をホタルイ属に残す分類学的見解を採る場合のコウキヤガラの学名は *S. maritimus* L. となる。なお、日本の植物名のデータベースである「YList 植物名検索 (米倉・梶田 2003)」では、上記を [auct. Non (原著者の指定したタイプと異なる)] として、1882 年の *Scirpus* 属での記載に基づく *Bolboschoenus koshevníkovi* (Litv. ex Zinger) A. E. Kozhen. をコウキヤガラに充てたことから、今後はこの学名の採用 (牧野 2008; 星野ら 2011) が進むと考えられる。しかし、本稿では小山 (1980) に従って記述する。

これより以前の 1958 年の分類学的処理でのこの植物群の扱いは、「*Scirpus* 属中のグループ II 中の第 3 節, *Bolboschoenus* で、日本産は *S. planiculmis* : コウキヤガラ, *S. fluviatilis* var. *Yagara* : ウキヤガラ, *S. etuberculatus* ssp. *nipponicus* : シズイ」であった (Koyama 1958) ため、1980 年まで日本では、コウキヤガラに *S. planiculmis* の学名が充てられてきた。

中部地方の揖斐川の河口で採集された小型の植物が 1967 年に新種のイセウキヤガラ *Scirpus iseensis* T. Koyama & T. Shimizu として発表されたことを契機に、コウキヤガラとイセウキヤガラの関係が再検討された結果、このイセウキヤガラは新種ではなく、ロシアの Fr. Schmidt が記載した樺太産の *S. planiculmis* そのものであると判定された (小山 1980)。そこで、イセウキヤガラを *B. planiculmis* に整理し、コウキヤガラは *S. maritimus* に相当することから *B. maritimus* の学名としたものである。コウキヤガラの同定の混乱には、2 岐または 3 岐する柱頭とそれに伴うそう果の形態および花序の発達の程度の差異が過大に評価されたことが原因であり、これらは種

*公益財団法人日本植物調節剤研究協会

〒110-0016 東京都台東区 1-26-6

Japan Association For Advancement of Phyto-Regulators

Taitou, Tokyo 110-0016, Japan

koyama@japr.or.jp

**秋田県立大学生物資源科学部

〒010-0195 秋田市下新城中野街道端西 241-438

Faculty of Bioresource Sciences, Akita Prefectural University

241-438, Kaidibata-Nishi, Shimoshinjo-Nakano, Akita 010-0195, Japan

***秋田県立大学名誉教授

Professor emeritus, Akita Prefectural University

Akita Prefectural University

241-438, Kaidibata-Nishi, Shimoshinjo-Nakano, Akita 010-0195, Japan

として区別する形質には当たらないとされた (小山 1980)。インドシナ半島から北インド、アフガニスタンにかけて分布する、草丈が低く、1~数個の帯白色の小穂をつける型を *B. maritimus* (L.) Palla subsp. *affinis* (Roth) T. Koyama とする (Simpson and Koyama 1998)。

日本のコウキヤガラを *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla (*Scirpus maritimus* L.) とする見解はすでに広く採用されている (谷城 2007; 星野ら 2003) ことから、雑草科学の観点からも *S. planiculmis* の使用を避けるべきことが指摘された (Morita 2006; 森田 2012)。

日本雑草学会の雑草学用語集の雑草名ではコウキヤガラに *S. planiculmis* を使用しており、*S. maritimus* への訂正が提案されたものの、検討事項のままである (日本雑草学会用語委員会 1993)。

2) 形態

多年生植物。地中を横走る根茎から直立する3稜形の稈を40~70 cm に伸ばし、稈は葉鞘に包まれて3~4節を有し、花序を持つ稈と持たない稈とがある。秋期、根茎の先端や株の基部が肥大して黒色で硬い塊茎となる (第1図)。葉は線形で、葉身長35~40 cm、葉身幅5~8 mm で硬質、中肋は太く、葉身の断面は扁平で葉縁はザラつく。春から夏にかけて花茎を伸ばし、頂部に葉と同形の1~3枚の苞葉をつけ、無柄または柄のある3~6個の小穂を頂生または仮側生状につ

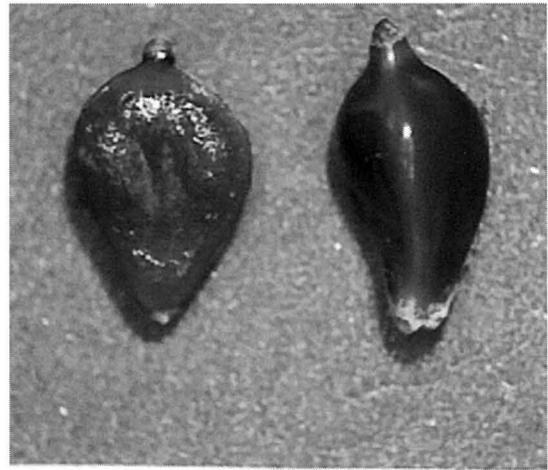


第1図 開花期のコウキヤガラ (左) と根茎先端の塊茎化と萌芽 (右) 1988年2月 エジプト・ナイルデルタのオオムギ圃場産

ける。小花は雌蕊先熟で、柱頭は2岐または3岐、雄蕊は3本。花序の直下の稈の稜上には上向きの透明で微細な鋸歯があり、上から下に向けて指でなぞるとザラつき、この部分のなめらかなウキヤガラとは容易に識別できる (森田 2012)。そう果 (種子) は長さ約3.5 mm の扁平な倒卵形、黄茶褐色で光沢を有し (第2図)、種子千粒重は2,500 mg 前後 (草薙 1976)。染色体数は $2n = 50$ (星野ら 2003)。

水田では塊茎から萌芽する個体が雑草として問題となるが、実生個体も発生する。実生個体では、地下部にそう果が残存し、根は白色、株基部は幅約1.5 mm の三角形で、葉は葉身と葉鞘部分に明瞭に分かれて3方向に展開する (第3図)。

イセウキヤガラ *B. planiculmis* (F. Schmidt) T. Koyama は、



第2図 コウキヤガラ (左) とウキヤガラ (右) のそう果



第3図 2~3葉期のコウキヤガラの実生苗



第4図 コウキヤガラ (左) とイセウキヤガラ (右) の葉身の横断面

海水の混じる河口などに生育し、コウキヤガラよりやや小型で高さ20~40 cm、稈は鋭3稜、平滑で *planiculmis* (平ら 稈) の記載に合う。葉の横断面が3角形となる点で、これが扁平なコウキヤガラと容易に識別できる (第4図)。

カヤツリグサ科の多年生雑草としては、コウキヤガラの他にミズガヤツリ (*Cyperus serotinus* Rottb.), ウキヤガラ, シズイ (*Schoenoplectus nipponicus* (Makino) Soják), サンカクイ (*Schoenoplectus triquerter* (L.) Palla), ショクヨウガヤツリ (*Cyperus esculentus* L.) などの種が水田に発生する。栄養繁殖器官から萌芽した幼植物の識別には、地下部の観察により以下の手順で検索する (第5図)。

塊茎をもつ

幼植物基部は扁平、塊茎は扁平……………シズイ

幼植物基部は三角形

塊茎は紡錘形、無毛……………ミズガヤツリ

塊茎は球形、1 cm 程度で剛毛をもつ

……………ショクヨウガヤツリ

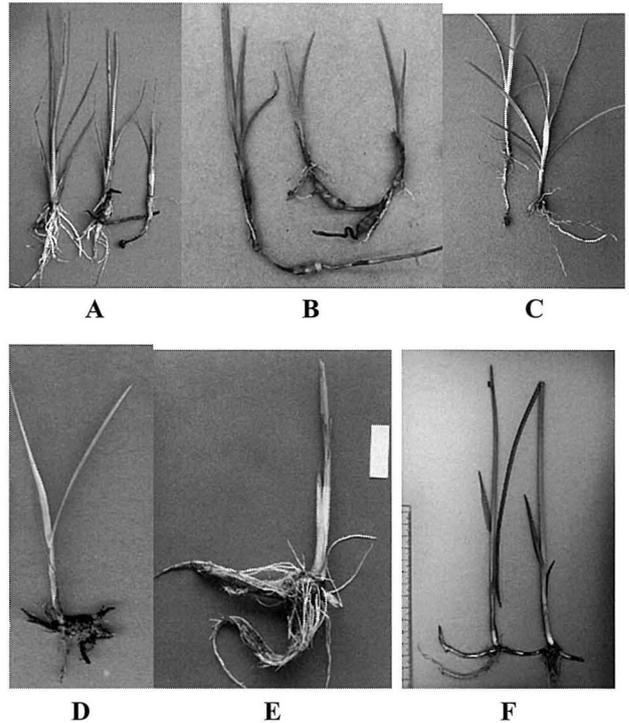
塊茎は球形、1~2 cm 程度……………コウキヤガラ

塊茎は球形、2 cm 以上……………ウキヤガラ

塊茎をもたず、根茎から萌芽する……………サンカクイ

3) 分布

種としては、「欧亜大陸に広く分布し、地中海沿岸の北アフリカ、更にマレーシア、ニュージーランドに稀に産する。北米の東部にも分布し……。日本周辺ではカラフト、沿海州、日本全土、琉球列島、韓国、中国亜大陸全土に分布し、最近台湾中部の雲林で見つかった。(小山1980)」と、広域に分布するとされている。また、南米ブラジルの湿地や、カナダの河口の塩分の多い沼地で生育が確認されている (Costa *et al.* 2003; Karagatzides 1991)。雑草としては、「最害を及ぼす雑草」にアフガニスタン、イタリア、フィリピン、スペイン、「基本的な雑草」にカンボディア、インド、イラク、ニュージーランド、ペルー、ルーマニア、セネガル、「一般的な雑草」



第5図 水田に発生するカヤツリグサ科多年生雑草の幼植物
A: シズイ, B: ミズガヤツリ, C: ショクヨウガヤツリ, D: コウキヤガラ, E: ウキヤガラ, F: サンカクイ

に日本、モーリタニア、ポルトガル、「雑草性を有するもの(すなわち雑草として知られているが、その重要性はわからないもの)」にベルギー、カナダ、フランス、ドイツ、ギリシャ、ハンガリー、イラン、ヨルダン、ケニヤ、韓国、ノルウェー、パキスタン、ローデシア、旧ソビエト連邦、スーダン、スウェーデン、タンザニア、チュニジア、トルコ、ベトナム、ザンビア、および、「フローラ(その国の植物相中に見出しうるが、雑草たりうることの証明が必要なもの)」にイスラエルと、それぞれの国で扱われる (Holm *et al.* 1979)。

イネの雑草としては *S. maritimus* として、南アジアと東南アジアではバングラデシュ、ミャンマー、インドネシア、インド、カンボディア、ラオス、マレーシア、ネパール、パキスタン、フィリピン、スリランカ、タイ、ベトナムとほぼ全域に発生する (Moody 1989)。東アジアでは、中国では *S. planiculmis* の学名で「稻田の悪性雑草(李1998)」、「稻田と畑の作物に有害(王1990)」として東北・華北・華東・華南などの地方に、また、韓国では *S. planiculmis*, *S. maritimus* の学名で (Kim and Park 2009) 雑草に扱われる。西アフリカでは塩性土壌や海岸湿地の水田に雑草として発生する (Johnson 1997)。イタリアやハンガリー(森田1988)、フランス (Audebert *et al.* 2013) などヨーロッパの水田で普通に見られる多年生雑草である (森田1998)。

4) 水田の雑草としての記録

日本の主要な植物図鑑などでのコウキヤガラの和名と学名の扱いが、1980年の小山による処理まで変遷したため、文献上の記録のみでは種の特定制が困難である。笠原は、日本の雑草の種類と分布状態の取りまとめにおいて、当初はウキヤガラ *Scirpus maritimus* L. を「平均数度 2.1 害草度 △ (弱害草)」(笠原 1951) とし、のちに「北海道を含む 10 農業地域に平均 2.1 の量で分布し、害度○ (害草)」としたウキヤガラ *S. fluviatilis* A. Gray に、コウキヤガラ *S. maritimus* L.; *S. planiculmis* Fr. Schmidt を「北海道を除く 9 農業地域に、いずれも発生量不明の状態分布し、害度○ (害草)」として加えた(笠原 1968)。すなわち、1951年と1968年の記述が不整合である。

日本雑草学会の会誌「雑草研究」でのコウキヤガラの最初の報告は、「樋渡公一 1976 八郎潟干拓地における水田雑草「コウキヤガラ」の薬剤防除について 雑草研究 21 (別), 117-118.」である。この報告が示すように、1957年から八郎潟の干拓事業が開始され、12,800 ha の農耕地の造成で 1964 年に発足した秋田県大潟村で、コウキヤガラ (エゾウキヤガラ) が強害な水田雑草となった(須藤 1977)。八郎潟干拓に伴うコウキヤガラの試験研究に関する報告の概要が紹介された(森田 2012) が、この原文の執筆には以下の報告書が参照された(須藤 1977)。

日本植物調節剤研究協会：昭和 40 年度、41 年度 八郎潟干陸地多年生雑草除草剤適用判定試験成績書

日本植物調節剤研究協会：昭和 41 年度、42 年度 八郎潟干拓地における植生調査報告

秋田農試 昭和 41 年度 八郎潟中央干拓地栽培素材試験成績

耕地雑草としてのコウキヤガラに関する試験研究としては嚙矢といえる資料である。

5) その他

湿地に生育する植物であることから、絶滅危惧植物としてレッドデータブックに登録される水田雑草種が少なくない。コウキヤガラは、全国段階では指定されていないものの、以下の都道府県では危惧種扱いされる。

京都府：絶滅危惧種

秋田県 (案)・高知県・鳥取県：準絶滅危惧

福島県・新潟県・宮崎県・兵庫県 (相当)：絶滅危惧 II 類

静岡県：要注目種

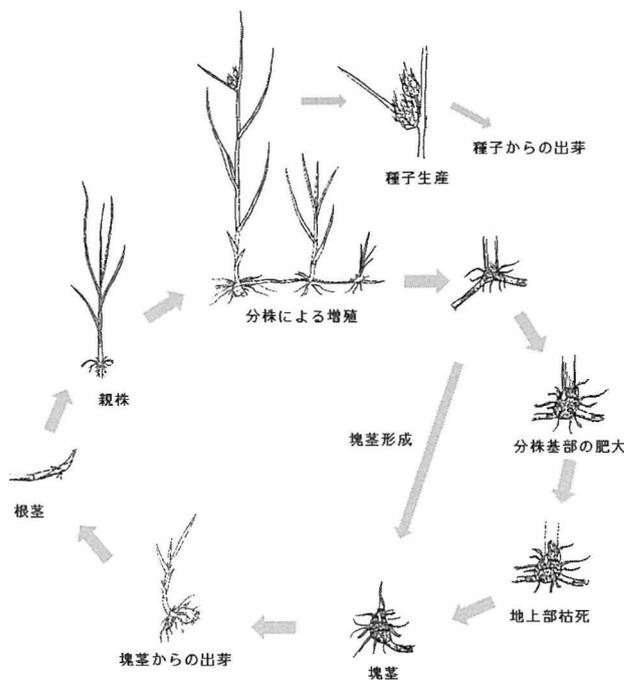
(Web 植物レッドデータブック COMPLETE をもとに作成)。

(森田)

2. 生態的特性

1) 生活環

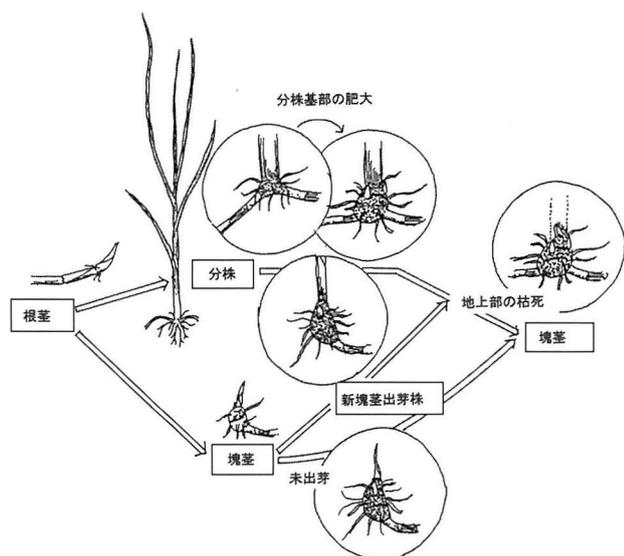
コウキヤガラは種子と塊茎の 2 種類の繁殖手段を持つ多年



第 6 図 コウキヤガラの生活環 (小山 原図)

生雑草である。その生活環を第 6 図に示した。種子の生産量もかなり多く、また、水田において種子発生が認められる(湯田・江畑 1977)。種子は硬実で発芽しにくい、除草剤を全く使用しない水田では種子からの発生が認められている(千葉・川島 1992c)。しかし、水稲用除草剤の少ない薬量でも種子発生のコウキヤガラに防除効果が高いので(千葉・川島 1992c)、コウキヤガラの防除上で問題となるのは塊茎から発生する個体であると考えられる。

塊茎から出芽すると 3 枚の初生葉を出し、その後本葉を抽出する。生育初期はミズガヤツリと非常によく似ていて見分けにくい。本葉を 4 から 5 枚程度抽出した後、塊茎からの出芽後 20 日頃に株基部から根茎を出し、土中を横走した後分株を形成する。分株基部からさらに根茎が発生する。親株から 5 本の根茎が出た例が報告されており、通常 2~4 本の根茎を出しながら、次々と分株を形成して最高 10 次を超える分株まで形成が確認され、分株による繁殖は旺盛である(千葉・川島 1984; 小山 1993b; 牧山 2012)。1 塊茎から出現した親株から、このように形成された分株は水平距離で親株から 143 cm 離れた位置まで増殖し、分株の形成数は 36 本となる例が報告されている(千葉・川島 1984)。親株および分株は総葉数で 9 枚程度となったのち出穂し、開花結実、種子を生産する。親株や分株から発生した根茎からは、千葉県では 7 月上旬に塊茎が形成される。しかし、当初形成された塊茎からはすぐに萌芽し、分株化する。しばらくすると新塊茎は萌芽しなくなりそのまま休眠塊茎となる(第 7 図)。分株の基



第7図 コウキヤガラの繁殖様式 (小山 1993a)

部は7月上旬の塊茎形成とほぼ同時に肥大し始める。水稻の早期栽培で早く出芽した場合は、地上部は7月中旬頃から枯れ始め、9月中旬には完全に枯死する。地上部が枯死したのち、肥大した分株基部は塊茎化する (小山 1993a; 千葉 1991)。このような株基部の肥大により塊茎が形成されるのはハマスゲと同様であり、ハマスゲでは shoot-tuber と呼ばれている (Horowitz 1972)。これら一連の出穂、塊茎形成、地上部の枯死のタイミングは、塊茎からの出芽時期により異なる。塊茎の植え付け時期を変えた実験の結果では、3月中旬に塊茎を植え付けた場合には5月下旬に出穂を始め、7月上旬に塊茎形成(肥大)が始まり、8月上旬に地上部が完全に枯死したが、6月中旬に植え付けた場合には7月下旬に出穂をはじめ、8月下旬に塊茎形成がはじまり、9月上旬に地上部が完全枯死した (小山 1993)。

2) 繁殖

(1) 種子の発芽・出芽特性

種子からの出芽は塊茎からの出芽に比べてかなり遅く、秋田県八郎潟干拓地の水田においては6月に入ってから認められる。コウキヤガラ種子は他のカヤツリグサ科雑草と同様に好光性種子であり、さらに変温条件が伴うことによって発芽する。また、硬い果皮に覆われているため硬実種子的な性質が強く、越冬した種子および成熟直後の種子ともに幼芽が現れる種子基部を切除すると発芽が顕著に促進されることから、主に物理的な要因により発芽が抑えられているとみられる。コウキヤガラの種子は、水田における埋土期間が1, 2, 3年と長くなるにつれて発芽率が高まり、その寿命はかなり長いと推察される (千葉・川島 1992c)。

(2) 塊茎の萌芽・出芽特性

塊茎の1個当たりの重量は10~700 mgであり、最高で7個の芽を持つが3~5個の芽を持つものが多く、1塊茎からの萌芽数は3本の場合も見られるが1~2本の場合が多い。また、出芽した芽が何らかの原因で障害を受けると次の芽が萌芽する (川島ら 1981)。塊茎には休眠性があり、夏から秋にかけて形成された塊茎は、形成当初から10月下旬までは休眠していてほとんど萌芽しない。屋外の土中では冬の低温で休眠が覚醒し、11月中旬には50%の塊茎が萌芽可能となり、1月頃にはほとんどの塊茎の休眠が覚醒する (小山ら 1988; 千葉・川島 1992a)。一方、秋採取した休眠塊茎は5°Cの低温処理で休眠が覚醒し、20°Cの処理では休眠覚醒が抑制され萌芽しない。なお、土壌水分や保存中の水分が休眠覚醒に及ぼす影響は認められなかった (小山 1988)。

塊茎の置床温度を変えた実験によると萌芽は10°Cから45°Cの範囲で認められた。萌芽好適温度は20°Cから40°Cの間にあり、他の水田多年生雑草とほぼ同様であるが、萌芽最低温度は5°Cから10°Cの間であり (小山ら 1988; 川島ら 1981)、マツバイの5°C (下島 1967) より高くミズガヤツリの10°C (山岸 1983) より低い。萌芽最低温度は水田多年生雑草の中では低い方であり、温暖地の早期栽培地帯の水田では、平均気温が5°C以上になる3月中旬頃がコウキヤガラの出芽始期となり (小山ら 1988)、ミズガヤツリの出芽始期となる4月上旬から中旬より20~30日早い。また、鹿児島県ではミズガヤツリより20日程度早い2月上旬~3月上旬 (湯田 1982)、佐賀県では半月別日平均気温が5°Cとなる2月上旬 (牧山 2012)、秋田県八郎潟では3月上旬~4月上旬 (千葉・川島 1992a) に出芽が始まるとされている。秋田県、積雪地帯の水田における出芽時期は融雪時期との関係があり、融雪時期が早いほど水田における発生始期は早く、融雪が2月上旬と早い時期では3月上旬に、3月20日頃の融雪では4月上旬の出芽となった (千葉・川島 1992a)。

このような出芽特性から、温暖地の早期栽培地帯である千葉県の水田の例では、4月下旬の代かき時にはコウキヤガラはすでに出芽、生育しており、草丈20 cmに達している株も見られる。ポットを使ったモデル試験では、4月上旬の耕耘までに全塊茎の約20%が出芽し、耕耘から5月始めの代かきまでに50%が出芽し、代かき後に出芽したのは全塊茎の20~30%に過ぎない (小山ら 1988)。秋田県の水田でも、3月中に出芽を始めたコウキヤガラは、4月下旬までに総出芽数の50%が出芽した (千葉・川島 1992a)。

塊茎からの出芽可能な土中深度は湛水代かき条件では地表下15 cmまでであり (小山ら 1988)、クログワイやオモダカの20 cm (小山ら 1986; 山岸・武市 1978) より浅い。また、クログワイやオモダカの塊茎は休眠覚醒が不揃いであるのに対して (小山ら 1986; 山岸・武市 1978)、コウキヤガラ塊茎

は春には休眠がほとんど覚醒している。さらに、出芽深度がオモダカやクログワイ (山岸・武市 1978; 小山ら 1986) ほど深くないこともあり、出芽期間はオモダカやクログワイほど長くない。実際の水田においては、4月中旬から下旬に代かきを行い4月下旬から5月上旬に田植えを行う千葉県の早期栽培では、コウキヤガラの出芽は水稻移植後30~40日頃の6月上旬までである (小山ら 1988)。秋田県の水田では塊茎の土中深度が浅いほど出芽が早く、多くは10 cm以内であり土中12 cmの深さからは40日程度遅れて出芽した (千葉・川島 1992a)。

畑土壌における出芽に好適な土壌水分は最大要水量の80%以上であるが、20%の水分でも出芽する。土壌水分が低下すると出芽率が低下し、畑水分条件に比べ湛水条件で出芽が早い (小山ら 1988)。土中からの出芽限界深度は畑水分条件では地表下10~15 cm、湛水条件では地表下10~20 cmである。また、土壌の還元に対する耐性が大きいクログワイの塊茎は、強還元条件下でも通常の条件とほぼ同程度に20 cm以上の深さからも出芽するが (山岸・武市 1978)、コウキヤガラ塊茎は地表下5 cm以内では土壌の還元の影響を受けないが、10 cmより深い位置ではクログワイに比べ土壌の還元条件の影響をうけやすく、コウキヤガラ塊茎の出芽の土壌の強還元条件に対する耐性はクログワイほどでない (小山ら 1988)。塊茎は水田のような萌芽に好適な条件では4年目まで萌芽能力を有しており、地表下30 cmの水田深層に埋め込まれると塊茎の生存年数は極めて長く、15年経過しても70%が萌芽能力を有していた (千葉・川島 1992b)。また、90 cmの水深でも出芽に影響は見られない (Clevering *et al.* 1995)。

3) 生育環境

畑状態に比べ湛水代かき条件で生育が良く塊茎形成数も多く (牧山 2012)、水田での生育が適している。湛水深の影響は、地上部の生育、塊茎形成ともに湛水深3~7 cmが良好であり、7 cm以上に水深が深くなるほど分株による繁殖は抑制される (小山 1998)。

また、田面水の塩類濃度については、クログワイの塊茎からの出芽は500 ppm以上の塩水で抑制されたが、コウキヤガラ塊茎からの出芽は5000 ppmまでほとんど影響を受けなかった。また、クログワイの生育に対しては500 ppmの塩水でも影響が見られ、5000 ppmでは通常の半分の生育となったが、コウキヤガラでは5000 ppmの塩水でも地上部の生育にほとんど影響がなかった。したがって、コウキヤガラは出芽、生育に対する耐塩性が高いと考えられる (小山 1998; 牧山 2012)。これはコウキヤガラの生息地が日本各地の海岸に近い湿地が多いことやカナダバンクーバーやブラジル南部の塩分の多い湿地帯でコウキヤガラが繁殖していることから納得できる (笠原 1968; Karagatzides and Hutchinson 1991; Costa *et al.* 2003)。

生育する土性については、地上部の生育、塊茎形成量すべての点で砂土区に比べ壤土区が、また同じ土性では無施肥に比べ施肥が生育量が大きくなる (小山 1998)。砂土区と壤土区の生育量の相違は地力窒素の差に起因するものと考えられる。

4) 塊茎形成

温暖地である千葉県の水田では塊茎形成始期は7月上旬であるが、初期に形成された塊茎はすぐに萌芽し分株化する。また、分株は地上部が枯れ始めると株基部が肥大し始め、地上部が完全に枯死すると肥大した分株の基部はほとんどが塊茎化する。また一方で、その頃から、根茎の先端は分株化せず直接塊茎を形成するようになる (小山 1993a)。水田における塊茎の形成深度は、土性や地下水位、グライ層の位置などの水田の条件により異なるが地表下5~10 cm以内に最も多く形成され、ついで10~15 cmまたは0~5 cmに多く、深くても15~20 cm程度までしか形成されず耕盤から下には形成されない (小山 1993a; 千葉・川島 1992b)。

新塊茎から出芽する株の形成と分株基部の肥大開始は地上部が枯れ始める時期であり、塊茎の形成始めは地上部がほとんど枯死する時期であり、塊茎の出芽時期が異なっても変わらない (小山 1993b)。塊茎形成に及ぼす環境条件の影響は、9時間の短日処理で塊茎形成は早まったが、15時間の長日条件でも塊茎形成は阻害されない (小山 1993b)。温度条件は塊茎の形成経過に決定的な影響を与えるわけではなく、地上部の生育に量的に影響することを通じて塊茎の形成量に影響する (小山 1993b)。

(小山, 千葉)

3. 生理・生化学的特性

1) 除草剤感受性

コウキヤガラの種子発生個体に対しては、オキサジアゾン、ブタクロール等の土壌処理剤の除草効果が高く、一般的な除草剤により雑草防除を行っている水田では種子発生によるコウキヤガラは防除上問題にはならないとされている (千葉・川島 1992c)。一方、塊茎からの発生個体に対しては、オキサジアゾン、ピラクロニル、ペントキサゾンは、コウキヤガラの発生初期の処理で出芽抑制および茎葉の褐変を通じて初期生育を抑制することにより、20日程度の抑草効果が認められる。しかし、これのみでは完全防除は不可能である (黒野ら 1995; 宮城県古川農業試験場 2010; 竹牟禮 1999; 小山 1998)。ベンスルフロンメチル、ピラゾスルフロンエチル、イマゾスルフロンなどのスルホニルウレア (SU) 系除草剤は、コウキヤガラに有効であるが、1回処理のみでは十分な効果が得られず、有効な初期除草剤との体系処理が必要である (黒野ら 1995; 宮城県古川農業試験場 2010; 竹牟禮 1999; 小山 1998; 千葉 2007; 千葉・近内 1989)。ペンタゾンの移植後30日頃の処理で除草効果が高く (千葉・近内 1989; 小山 1998)、また、

ベンスルフロンメチルやピラゾスルフロンエチルとの体系処理で無処理区の5~10%に抑制する効果が(小山1998), MCP・ベンタゾン剤の茎葉処理は生育期のコウキヤガラに対する枯殺効果が認められている(小山1998; 湯田1981b)。

湯田(1981, 1987)が述べているように, コウキヤガラは生育が早く, 雑草害による減収を避けるには, 水稲移植後初期の防除が重要である。すなわち, 前述の多くの報告が示すように, SU系除草剤を中心としたコウキヤガラに有効な剤に, 初期剤または中期剤, 後期剤との体系処理が必要である。2013年8月現在でコウキヤガラに農薬登録上の適用がある水稲用除草剤は第1表に示したとおりである。表に示したように, SU系などALS阻害型除草剤を含有する剤が全体の約7割を占めており, コウキヤガラの防除にはこれらALS阻害型除草剤を中心とした体系処理が主体となる。

水田におけるコウキヤガラ塊茎からの出芽は早く, 2月から3月であることは前に述べた。これまでの塊茎由来のコウキヤガラに対する除草剤の効果は, これらの既発生株を耕起, 代かきにより土中によく埋没することが前提となる。代かきで埋没できなかった既発生株に対しては, 除草剤の効果は著しく劣る(小山1989)。また, 2月から3月の耕起前に発生したコウキヤガラに対して, 3月に非選択性の除草剤を茎葉処理することにより枯殺効果が認められている(牧山2012)。

2) 除草剤抵抗性

韓国においてアジムスルフロン, ベンスルフロンメチル, ピラゾスルフロンエチルに抵抗性のコウキヤガラが確認されている(WeedScience.org 2008)。日本国内においては, 2013年8月現在除草剤抵抗性のバイオタイプは報告されていない。

(小山)

4. 有害性および管理法

1) 雑草害

コナギヤオモダカは水稲収穫期の残草量が風乾重で100 g/m²あると収量が12~15%低下し, 水田雑草の中で単位雑草重あたりの減収率が高いとされているが(千坂1966; 伊藤・宮原1988), コウキヤガラは同じ風乾重で約20%収量を低下させ, さらに減収率が高い。水稲の減収は主に穂数減によるが, コウキヤガラによる被害が大きい理由としては, その発生時期が早いこと, また生育初期~中期のRGRが水稲よりかなり高く, 田植後間もない時期から草丈が水稲を凌駕し, さらに分株を次々と増殖させ水田初期~中期の競合でコウキヤガラが優位となっていることが挙げられる。コウキヤガラが水田において単独で生育した場合の全窒素吸収量は, 約6 kg/10 aで水稲の半分ほどであるが, 前述したように水田初期~中期にはコウキヤガラの生育が優るために, 水稲の根系が発達する前にかなりの土壌中養分が吸収されてしまい, 水稲の生育, 特に茎数の増加が著しく抑制される。一方, 分け

つ盛期の頃まではコウキヤガラと水稲の混合群落内の日射透過量の低下が水稲単一群落と比べて10%以下であることから, 生育初期から中期における水稲に対する遮光の影響はそれほど問題にならないといえる。これはコウキヤガラの葉がヒエ類やミズガヤツリに比べて直立的であり, しかも葉幅がそれら草種の半分程度にすぎないという形態上の特性による(千葉1991)。

九州の水稲早期栽培においては, 移植後約70日頃のコウキヤガラの乾物重が90~100 g/m²以上の場合に減収が認められた(黒野ら1995)

なお, コウキヤガラは初期生育が極めて旺盛であることから除草剤を遅らせないことが防除上の要点であり, 移植栽培であれば発生量はかなり多い水田でも, 田植後25~30日の分けつ盛期となる頃までに除草すると, 水稲収量への影響はほとんどみられなかった(千葉1992; 湯田1981a)。また, 移植後40日以降に除草した場合には減収が認められ, その程度は除草時期が遅いほど大きくなる(湯田1981a)。

2) 耕種的な防除法

早期栽培地帯においては, 水田では3月中旬から出芽が始まるが, 3月下旬の耕耘作業は, それまで発生していたコウキヤガラの株を土中に埋没することにより発生量を減らす効果がある。また, 同様に, 代かき作業も株の埋没により既発生株の生育を阻害し, その後の除草剤の効果を上ささせる(小山1998)。一方, 耕起, 代かきにより地表下10 cm以内にあった塊茎は地表下15 cm程度の下層に移動する(千葉・川島1992b)。

中耕除草機によるコウキヤガラの埋没は, 水稲移植後20日頃の個体が小さいころは効果的であるが, 大きくなると埋没しきれなくなる。最終的には, 中耕除草機のみでは十分な除草効果は得られず, 再生株にベンタゾンまたはMCP・ベンタゾンの処理が有効である(湯田1981b)

冬の低温や乾燥により, 塊茎は萌芽力を失うが, その程度は小さく, 秋耕が塊茎の死滅に及ぼす効果は15%に留まった(千葉・川島1992b)。

耕種的な防除法の例として, 中国の水稲栽培においては, 稚苗移植栽培に比べ成苗移植で, 栽植密度が高いほうがノビエをはじめとする多くの雑草とともにコウキヤガラの発生本数も減少することが紹介されている(Zang 2003)。

生物的防除法としては, 野菜の多くに黒斑病を引き起こす糸状菌, アルタナリア属菌(*Alternaria* sp.)はカヤツリグサ科雑草の中で唯一コウキヤガラに罹病性であり, 一定濃度の接種で枯死することが知られている(Kim 1993)。

3) 有用性

コウキヤガラの酸素要求性や水深, 土壌の還元, 虫や病気に対する強さや, 耐塩性などの生育に対する適応性から, 湿地におけるバイオニア植物として有用であり, 風や波の浸食

第1表 コウキヤガラに適用がある水稲除草剤 (2013年8月26日現在)

区分 (適用最大葉齢)	除草剤名	剤型		
植代時 (移植7日前まで)	オキサジアゾン・ブタクロール	乳剤		
ノビエ1葉期まで	ペントキサゾン	フロアブル		
ノビエ1葉期まで	クミルロン・ペントキサゾン	フロアブル	ジャンボ	
ノビエ1葉期まで	ダイムロン・ペントキサゾン	フロアブル		
ノビエ1葉期まで	ブタクロール・ペントキサゾン	1キロ粒剤	乳剤 EW	
ノビエ1.5葉期まで	ピラクロニル	1キロ粒剤	フロアブル	
ノビエ1.5葉期まで	クミルロン・ピラクロニル	1キロ粒剤	フロアブル	
ノビエ1.5葉期まで	クミルロン・ベンスルフロンメチル・ペントキサゾン	1キロ粒剤	フロアブル	
ノビエ1.5葉期まで	シクロスルフアロン・ベンゾピシクロン・ペントキサゾン	1キロ粒剤		
ノビエ1.5葉期まで	ベンゾピシクロン・ペントキサゾン	フロアブル	ジャンボ	
ノビエ1.5葉期まで	ピリプチカルブ・ベンスルフロンメチル	フロアブル		
ノビエ1.5葉期まで	プロモプチド・ベンスルフロンメチル・ペントキサゾン	1キロ粒剤	フロアブル	
ノビエ1.5葉期まで	ベンスルフロンメチル・ベンゾピシクロン・ペントキサゾン	1キロ粒剤		
ノビエ1.5葉期まで	イマゾスルフロン・ダイムロン・ピリプチカルブ	フロアブル		
ノビエ1.5葉期まで	イマゾスルフロン・プロモプチド・ペントキサゾン	1キロ粒剤	フロアブル	ジャンボ
ノビエ2葉期まで	ピラクロニル・ベンゾピシクロン	1キロ粒剤	フロアブル	
ノビエ2.5葉期まで	カフェンストール・ダイムロン・ピラゾキシフェン・ベンゾピシクロン	フロアブル	ジャンボ	1キロ粒剤
ノビエ2.5葉期まで	ピラクロニル・ベンゾピシクロン・ベンゾフェナップ	フロアブル	1キロ粒剤	
ノビエ2.5葉期まで	エスプロカルブ・ベンスルフロンメチル	粒剤		
ノビエ2.5葉期まで	オキサジクロメホン・クロメプロップ・ベンスルフロンメチル	フロアブル		
ノビエ2.5葉期まで	カフェンストール・ダイムロン・ベンスルフロンメチル・ペントキサゾン	フロアブル		
ノビエ2.5葉期まで	カフェンストール・ダイムロン・ベンスルフロンメチル	1キロ粒剤	フロアブル	ジャンボ
ノビエ2.5葉期まで	ダイムロン・ピラクロニル・プロモプチド・ベンスルフロンメチル	1キロ粒剤	フロアブル	ジャンボ
ノビエ2.5葉期まで	テニルクロール・ピリプチカルブ・ベンスルフロンメチル	フロアブル		
ノビエ2.5葉期まで	ピラクロニル・プロモプチド・ベンスルフロンメチル	1キロ粒剤	フロアブル	
ノビエ2.5葉期まで	カフェンストール・ダイムロン・プロモプチド・ベンスルフロンメチル	フロアブル		
ノビエ2.5葉期まで	プロモプチド・ベンスルフロンメチル・ベンチオカーブ・メフェナセット	1キロ粒剤		
ノビエ2.5葉期まで	ベンスルフロンメチル・ベンチオカーブ・メフェナセット	粒剤	1キロ粒剤	
ノビエ2.5葉期まで	エスプロカルブ・ジメタメトリン・ピラゾスルフロンエチル・プレチラクロール	1キロ粒剤		
ノビエ2.5葉期まで	ピラゾスルフロンエチル・モリネート	粒剤		
ノビエ2.5葉期まで	イマゾスルフロン・エトベンザニド・ダイムロン	1キロ粒剤		
ノビエ2.5葉期まで	イマゾスルフロン・オキサジクロメホン・ベンゾピシクロン	1キロ粒剤	フロアブル	ジャンボ
ノビエ2.5葉期まで	イマゾスルフロン・カフェンストール・ベンゾピシクロン	1キロ粒剤	フロアブル	ジャンボ
ノビエ2.5葉期まで	イマゾスルフロン・ダイムロン・メフェナセット	粒剤		
ノビエ2.5葉期まで	イマゾスルフロン・ピラクロニル・プロモプチド	1キロ粒剤	フロアブル	ジャンボ
ノビエ2.5葉期まで	イマゾスルフロン・ピラクロニル・ベンゾピシクロン	1キロ粒剤	フロアブル	ジャンボ
ノビエ2.5葉期まで	イマゾスルフロン・フェントラザミド・プロモプチド	1キロ粒剤		
ノビエ2.5葉期まで	アジムスルフロン・カフェンストール・ピラゾキシフェン・ベンゾピシクロン	1キロ粒剤		
ノビエ3葉期まで	ダイムロン・ベンスルフロンメチル・メフェナセット	粒剤	1キロ粒剤	
ノビエ3葉期まで	カフェンストール・シハロホップブチル・ダイムロン・ベンスルフロンメチル	1キロ粒剤	フロアブル	
ノビエ3葉期まで	ピリミノバックメチル・プロモプチド・ベンスルフロンメチル・ペントキサゾン GT	1キロ粒剤		
ノビエ3葉期まで	ピリミノバックメチル・ベンスルフロンメチル・メフェナセット	1キロ粒剤		
ノビエ3葉期まで	ピラゾスルフロンエチル・メフェナセット	粒剤	1キロ粒剤	
ノビエ3葉期まで	アジムスルフロン・カフェンストール・シハロホップブチル・ダイムロン・ベンスルフロンメチル	1キロ粒剤		
ノビエ3葉期まで	アジムスルフロン・ピリミノバックメチル・ベンスルフロンメチル・メフェナセット	1キロ粒剤		
ノビエ3葉期まで	オキサジクロメホン・テフリルトリオン	1キロ粒剤		
ノビエ3葉期まで	オキサジクロメホン・ピリミスルファン	1キロ粒剤	ジャンボ	
ノビエ3葉期まで	テフリルトリオン・フェントラザミド	フロアブル	ジャンボ	
ノビエ3葉期まで	テフリルトリオン・メフェナセット	フロアブル	ジャンボ	
ノビエ3葉期まで	ピリミスルファン	1キロ粒剤	豆つぶ	
ノビエ3葉期まで	ピリミスルファン・フェントラザミド	1キロ粒剤		
ノビエ3葉期まで	ピリミスルファン・メフェナセット	1キロ粒剤		
ノビエ3葉期まで	プロピリスルフロロン・ベンゾピシクロン	1キロ粒剤	フロアブル	
ノビエ3葉期まで	プロピリスルフロロン	1キロ粒剤	フロアブル	ジャンボ
ノビエ3葉期まで	ピラクロニル・プロピリスルフロロン	1キロ粒剤	フロアブル	ジャンボ
ノビエ3.5葉期まで	アジムスルフロン・シハロホップブチル	1キロ粒剤		
ノビエ3.5葉期まで	シハロホップブチル・ジメタメトリン・ハロスルフロンメチル・ベンゾピシクロン	1キロ粒剤		
ノビエ4葉期まで	アジムスルフロン・カルフェントラゾンエチル・フルセトスルフロン	1キロ粒剤		
ノビエ4葉期まで	カフェンストール・カルフェントラゾンエチル・フルセトスルフロン・ベンゾピシクロン	1キロ粒剤		
ノビエ4葉期まで	カルフェントラゾンエチル・フルセトスルフロン	1キロ粒剤	ジャンボ	ジャンボ
ノビエ4葉期まで	シメトリン・フルセトスルフロン・ペンフレセット	1キロ粒剤		
ノビエ4葉期まで	フルセトスルフロン	1キロ粒剤	ジャンボ	水和剤(フロアブル)
ノビエ5葉期まで	シハロホップブチル・ペンタゾン	液剤 ME		
ノビエ5葉期まで	ダイムロン・ペノキスラム	1キロ粒剤		
ノビエ5葉期まで	フルセトスルフロン・ペンタゾン	水和剤(顆粒)		
ノビエ5葉期まで	ペノキスラム	水和剤(フロアブル)		
移植後25~45日	ペンタゾンナトリウム	液剤(ナトリウム塩)		

注) 本表は(社)日本植物防疫協会のウェブサイト (<http://www.jpnp.ne.jp>) 内の農業登録情報データベースから、コウキヤガラに適用がある水稲用除草剤を抜粋編集したものである。ここに掲げた剤すべてが市販されているとは限らない。

から土壌を守る役割が認められている (Clevering *et al.* 1995)。

重金属に汚染されたヘドロを農業利用する場面で、土壌中の Cu, Zn, Pb, Cd, Cr や Ni などの重金属を除去するために有用だとされている。ポット試験の結果では、コウキヤガラの植栽により Cu や Zn の 43.1% が除去された (Wang 2009)。(千葉, 小山)

5. 問題点 今後の展望など

コウキヤガラの生態的特性の一つとして塊茎の萌芽最低温度が低いこと、水田における出芽が早く、水稻の早期栽培地帯においても、耕起、代かき前にすでにコウキヤガラは発生していることはすでに述べた。コウキヤガラに有効であるとされている水稻用除草剤はこれらの既発生株を代かき時には土中に埋没し、再発生してくる個体を対象とするものである。除草剤の効果向上のためにも耕起前のコウキヤガラの防除技術を確立する必要がある。

宮城県沿岸部の農地は東日本大震災の津波の被害を受け、コウキヤガラの分布が拡大している。休耕期間を含めたコウキヤガラの防除が課題とされており (大川ら 2013)、水稻栽培中の水田だけでなく休耕地を含めたコウキヤガラの防除技術について研究を進める必要がある。

除草剤に抵抗性のコウキヤガラは日本国内では見つかっていないが、抵抗性系統の出現の可能性もあり、注意が必要である。

引用文献

天野鉄夫 1979. 琉球列島植物方言集, 新星図書出版, 那覇, p. 191.
 Audebert, A., J. C. Mouret, A. Roques, A. Carrara, R. Hammond, A. Gaungoo, S. Sanusan and P. Marnotte 2013. Colonization and infestation ability of *Bolboschoenus maritimus* Palla in rice paddies of the Camargue, France. *Weed Biology and Management* 13, 70–78.
 Costa, C. S. B., J. C. Marangoni and A. M. G. Azevedo 2003. Plant zonation in irregularly flooded salt marshes: relative importance of stress tolerance and biological interactions. *Journal of Ecology* 91, 951–965.
 千坂英雄 1996. 水稻と雑草の競合. *雑草研究* 5, 16–22.
 千葉和夫 2007. 水田多年生雑草コウキヤガラに対する各種土壌処理剤の除草効果. *日作東北支報* 50, 99–100.
 千葉和夫・川島長治 1984. 多年生雑草コウキヤガラの防除法確立に関する基礎的研究 第3報 分株の形成・生育について. *雑草研究* 29, 131–137.
 千葉和夫 1991. 水稻とコウキヤガラの競合. *雑草研究* 36, 109–117.
 千葉和夫 1992. 多年生水田雑草コウキヤガラの生態と防除に関する研究. *秋田県立農業短期大学研究報告* 18, 1–54.
 千葉和夫・近内誠登 1989. 多年生雑草コウキヤガラの防除法確立に関する基礎的研究 第4報 薬剤による防除について. *雑草研究* 34, 146–153.
 千葉和夫・川島長治 1992a. コウキヤガラ塊茎からの自然条件下での発生生態. *雑草研究* 37, 129–133.
 千葉和夫・川島長治 1992b. コウキヤガラ塊茎からの発生に及ぼす耕種操作の影響. *雑草研究* 37, 134–139.

千葉和夫・川島長治 1992c. コウキヤガラ種子の発芽生態と各種除草剤による抑制効果. *雑草研究* 37, 140–145.
 Clevering, O. A., W. Van Vierssen and C. W. P. Blom 1995. Growth, photosynthesis and carbohydrate utilization in submerged *Scirpus maritimus* L. during spring growth. *New Phytol.* 130, 105–116.
 樋渡公一 1976. 八郎潟干拓地における水田雑草「コウキヤガラ」の薬剤防除について. *雑草研究* 21 (別), 117–119.
 Holm, L., J. V. Pancho, J. P. Herberger and D. L. Plucknett 1979. A geographical atlas of world weeds. A Wiley-Interscience Publication, New York, Chichester, Brisbane, Toronto, pp. 324–325.
 Horowitz, M. 1972. Growth, Tuber Formation and Spread of *Cyperus Rotundus* L. from Single Tubers. *Weed Res.* 12, 348–363.
 星野卓二・正木智美・西本真理子 2003. 岡山県カヤツリグサ科植物図譜 (II) 岡山県カヤツリグサ科植物図譜 カヤツリグサ属からシンジュガヤ属まで, 山陽新聞社, 岡山, pp. 116–117.
 星野卓二・正木智美・西本真理子 2011. 日本カヤツリグサ科植物図譜, 平凡社, 東京, pp. 644–645.
 伊藤一幸・宮原益次 1988. 水田多年生雑草オモダカの水田に対する雑草害. *雑草研究* 33, 49–54.
 Johnson, D. E. 1997. Weeds of rice in West Africa, ADRAO/WARDA, Cote d'Ivoire, pp. 72–73.
 Karagatzides, J. D. and I. Hutchinson 1991. Intraspecific Comparison of Biomass Dynamics in *Scirpus americanus* and *Scirpus maritimus* on the Fraser River Delta. *Journal of Ecology* 79, 459–476.
 笠原安夫 1951. 本邦雑草の種類及地理的分布に関する研究 第4報 水田雑草の地理的分布と発生度, *農学研究* 39(4), 143–154.
 笠原安夫 1968. 「日本雑草図説」養賢堂, 東京, pp. 401–402.
 川島長治・千葉和夫・平野哲也 1981. 多年生雑草コウキヤガラの防除法確立に関する基礎的研究 第2報 塊茎の萌芽及び出芽について. *雑草研究* 26, 123–127.
 Kim, D. S. and S. H. Park 2009. Weeds of Korea III Monocotyledonae, Pteridophyta, 2nd ed. And enlarged, Rijeon Agric. Resources Publication, Seoul, pp. 636–643.
 Kim, K. U. 1993. Integrated management of paddy weeds in Korea, with an emphasis on allelopathy. Food and fertilizers technology center. A document report.
 Koyama, T. 1958. Taxonomic study of the genus *Scirpus* Linné, J. of the Faculty of Science, Univ. of Tokyo, III Botany 7(4-6), 271–366.
 小山鐵夫 1980. 日本のウキヤガラ属, *植物分類地理* 31(4-6), 139–148.
 小山豊 1998. 温暖地の水稻早期栽培におけるオモダカ, コウキヤガラの生態的特性と防除法に関する研究. *千葉農試特報* 33, 1–72.
 小山豊・深山政治・山岸淳・武市義雄 1988. 多年生雑草コウキヤガラの生態 第1報 塊茎からの出芽. *雑草研究* 33, 105–113.
 小山豊 1993a. 水田多年生雑草コウキヤガラの塊茎形成経過. *雑草研究* 38, 190–196.
 小山豊 1993b. 水田多年生雑草コウキヤガラの塊茎形成に及ぼす環境要因. *雑草研究* 38, 197–204.
 小山豊・山岸淳・宍倉豊光・深山政治・武市義雄 1986. 水田多年生雑草オモダカの生態とその防除 第1報 生態的特性. *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. 水田多年生雑草オモダカの生態とその防除 第2報 防除法及び雑草害. *千葉農試研報* 27, 185–195.
 黒野真伸・石川寿郎・吉良知彦・永吉良知 1995. 早期水稻栽培におけるコウキヤガラの防除法. *日作九支報* 61, 50–53.
 草薙得一・高村克夫 1975. 水田多年生雑草の種子及び栄養繁殖器官

- の形成時期・形成量とこれに関与する2, 3の環境要因. 雑草研究 20 (別), 79-81.
- 草薙得一 1976. 水田の多年生雑草. 全農教, 東京, pp. 20-21.
- 李楊漢 1998. 中国雑草志. 中国農業出版社, 北京, pp. 1124-1125.
- 牧野富太郎, 大橋広好・邑田仁・岩槻邦男編 2008. 新牧野日本植物図鑑. 北隆館, 東京, p. 1000.
- 牧野富太郎・根本莞爾 1935. 訂正増補 日本植物総覧 (第四版), 春陽堂, 東京, p. 1484.
- 牧山繁生 2012. 佐賀県における水田雑草コウキヤガラの発生生態と防除. 植調 45, 416-423.
- 宮城県古川農業試験場 2010. 新規褐変剤ピラクロニルによる難防除雑草コウキヤガラ対策. http://www.pref.miyagi.jp/soshiki/res_center/hukyuu-index86.html (2013年8月27日アクセス確認)
- Moody, K. 1989. Weeds Reported in rice in south and southeast Asia, IRRRI, Manila, pp. 1-86.
- 森田弘彦 1998. イタリアとハンガリーにおける直播稲作の雑草の種類と雑草問題. 植調 32, 85-93.
- Morita, H. 2006. Key for identification of Cyperaceae weeds in paddy fields in Asia, In "Management of sedge weeds in rice" ed. by K. U. Kim and R. Labrada, Kyungpook National University, Daegu, pp. 1-12.
- 森田弘彦 2012. 水田雑草コウキヤガラのあれこれ, 農業春秋 89, 16-23.
- 村越三千男 1934. 内外植物原色大図鑑 第十巻 单子葉. 内外植物大図鑑刊行会, 東京, pp. 77-79.
- 日本雑草学会用語委員会 1993. 「改訂雑草学用語集」の追加掲載および訂正について, 雑草研究 38, 129-138.
- 大川茂範・北川誉紘・安藤慎一朗・石橋まゆ・内海翔太 2013. 宮城県の津波被災農地における効果的なコウキヤガラの防除法. 雑草研究 58 (別), 78.
- 下島久雄 1967. 水田雑草マツバイの防除に関する生理生態学的研究. 滋賀県農試特報, 1-48.
- Simpson, D. A. and T. Koyama 1998. Flora of Thailand, Vol. 6 Part 4 Cyperaceae, The Forest Herbarium, Royal Forest Department, Bangkok, pp. 271-272.
- 須藤孝久 1977. 干陸後の自然植生—雑草発生生態の変化と, その障害一, 八郎湯新農村建設事業誌. 農林省構造改善局編集. 農業土木学会, pp. 179-184.
- 竹松哲夫・一前直正 1997. 世界の雑草 III—単子葉類一. 全農教, 東京, pp. 246-250.
- 竹牟禮穰 1999. 早期栽培におけるペントキサゾン混合剤によるコウキヤガラの防除法. 雑草研究 44, 128-129.
- Wang Li-Yan 2009. Effect of *Scirpus planiculmis* on the Remediation of Heavy Metals of Municipal Sludge. Bioinformatics and Biomedical Engineering 3rd International Conference, 1-3.
- 王枝榮主編 1990. 中国農田雑草原色図譜. 農業出版社, 北京, p. 465.
- WeedScience.org 2008. INTERNATIONAL SURVEY OF HERBICIDES RESISTANT WEEDS. <http://www.weedscience.com> Research-weed species-*Scirpus maritimus* (2013年8月27日アクセス確認)
- 山岸淳・武市義雄 1978. 水田多年生雑草の防除に関する研究 第VIII報 クログワイの生理生態的特性について. 千葉農試研報 19, 191-217.
- 山岸淳 1983. ミズガヤツリの生活過程の解析と防除に関する研究. 雑草研究 28, 71-77.
- 谷城勝弘 2007. 「カヤツリグサ科入門図鑑」. 全農教, 東京, p. 166.
- 米倉浩司・梶田正 2003. 「BG Plants 和名—学名インデックス」(YList), http://bean.bio.chiba-u.jp/bgplants/ylist_main.html (2013年2月17日アクセス確認)
- 湯田保彦・江田正之 1977. コウキヤガラの増殖に関する2, 3の調査. 雑草研究 22 (別), 117-119.
- 湯田保彦 1981a. 早期水稲に対するコウキヤガラの雑草害. 雑草研究 26 (別), 95-96.
- 湯田保彦 1981b. 水稲早期栽培におけるコウキヤガラの防除体系. 雑草研究 26 (別), 97-98.
- 湯田保彦 1982. コウキヤガラの生態と防除. 植調 16(5), 9-13.
- 湯田保彦 1987. コウキヤガラ, 宮原益次監修 図解 水田多年生雑草の生態. デュポンジャパンリミテッド農業事業部, 東京, pp. 75-80.
- Zhang, Z. P. 2003. Development of chemical weed control and integrated weed management in China. Weed Biology and Management 3, 197-203.