

東北地方の農耕地における雑草ヒエ

—東日本大震災の被災農地での雑草問題に関連して—

森田弘彦（秋田県立大学生物資源科学部）

2011年3月11日の午後に発生した東日本大地震は東北・関東地方の太平洋側を中心に甚大かつ深刻な被害をもたらした。1年後の2012年3月時点で、亡くなられた方々15,854人と行方不明者3,000人以上にのぼり、こうした方々に対し心よりご冥福をお祈り申し上げる。人的・物的被害に加えて、東京電力福島第一原子力発電所の損壊とそれに伴う放射性物質の飛散が、これまでにない規模で人々の生活と産業に深刻な打撃を与えている。農業分野では津波による農地の冠水や流失を主とする損壊被害が、震災直後の2011年3月下旬の時点で太平洋側6県において24,000haに及んだ。

被災した農地での農業生産の復興が大きな課題となる中で、日本雑草学会東北支部会では2011年6月に開催した例会において宮城県での被害状況を中心に検討した（伊藤 2011, 大川 2011）。その後、岩手県、宮城県、福島県、千葉県および茨城県を対象に「東日本大震災の津波による農地被災の現状・復旧見込みと日本雑草学会への要望」が取りまとめられた。この中では、津波に被災した農地での雑草ヒエの問題が指摘されたことから、本稿では、復興への資料としての活用を目的に、東北地方を中心とした近年の雑草ヒエの動向を取りまとめた。

1. 「東日本大震災の津波による農地被災の現状・復旧見込みと日本雑草学会への要望」での雑草ヒエ関連事項

標記の取りまとめにおいて、岩手県、宮城県、福島県の関係者から示された雑草ヒエにかかわる部分を要約すると、「被災農地ではノビエ、特にイヌビエの発生が顕著で、次年度以降の動向が懸念される」となる。

1) 雑草ヒエの一斉発生現象

従来目立たなかった場所での、雑草ヒエの優占する群落の突然の出現には、

既存の植生が破壊されて埋土種子が地表近辺に集まる，または，他の場所から運ばれた種子が集積される，ことが関与する。いずれの場合も表土の攪乱により植生の二次遷移の開始に相当する。建設残土や廃土を埋め立てた強アルカリ土壌に出現した植物種のうちで，イヌビエが最大の乗算優占度であった(中山ら 2004)大阪府での事例と同様に，住宅用造成地や耕作放棄農地などでしばしば観察されるイヌビエやヒメイヌビエの優占する雑草群落(第1図)と基本的に共通する現象と考えられる。津波の状況からみて，被災農地の場合には，冠水などに伴って空き地や休耕農地など他所から運ばれた種子による発生と考えられるが，津波による水の動きの詳細が把握できていないことから，供給地の特定は困難であろう。

被災地での雑草ヒエは「他の植物が発生できなかった数 cm の泥土の堆積下から出芽した」と観察されている。ヒメイヌビエについて，畑条件での最大出芽深度は 9~10cm(第1表 野口ら 2006)であり，また，関東地方の黒ボク土壌の乾田直播水田で耕起栽培の場合に 7cm，不耕起栽培で 2cm の深度からの出芽(第2図 森田・長野間 1966)が知られている。膨潤より緊密な土壌条件では出芽深度が浅くなるものの，厚い被土の下から雑草ヒエが他の雑草種より早く出芽できた可能性がある。

イヌビエでは，小さな種子の圃場での出芽率が低いことで年度間の発生が不齊一となり(吉岡ら 1995)，一方，高濃度の CO₂ で降雨後の一斉発芽が促進される(吉岡ら 1998)。種子の一次休眠の覚醒後に二次休眠に入るタイヌビエ(宮原 1972)に対して，イヌビエの種子では二次休眠が認められない(高橋 1974)。これらのことは，攪乱された土地でイヌビエやヒメイヌビエが発生しやすい要因であるが，被災農地での雑草について，群落構成など他の種との関係，出芽深度，発生相などの情報が得られない状況においては，雑草ヒエの優占の具体的な要因解析は困難である。

在来種で構成された海浜植生が津波により消失し，その後に一年生の帰化植物が侵入した現象が観察されていることから，農耕地での雑草群落への影響と遷移についても雑草学的視点からの継続的な調査が望まれる。

2) 次年度以降への影響

1 株の種子生産数はタイヌビエで 6,580, ヒメイヌビエで 313 (笠原 1968) とされる。また, 栽培条件下でのイヌビエ有芒系統 (ケイヌビエ) では, 1 穂穎花数 500~1,000 (小さな再生茎では 100 以下の場合もある), m²あたり穂数は最大で 2,000 で, m²あたり種子数は少なくとも 10,000 以上 (高橋 1974) とされる。6 月下旬を移植日とした水田でのイヌビエの発生数は, 前年の秋に落下したイヌビエの発芽可能種子数の約 20%であった (高橋 1974)。

発芽と死亡による生存種子数の減少の経時的な推移がタイヌビエ, ヒメタイヌビエ, イヌビエおよびヒメイヌビエで示されている (第 3 図, 宮原 1991)。それによると, 2 年目の春にあたる置床 15 ヶ月後のタイヌビエ, ヒメタイヌビエ, イヌビエおよびヒメイヌビエの生存種子割合 (%) は通年湛水で 23.8, 39.4, 32.5, 57.8%, 通年畑で 18.2, 18.1, 9.0, 7.8% となり, 通年湛水の条件下で種子の生存が維持され, 畑条件下で減少が促進される。イヌビエとヒメイヌビエでは, 湛水条件で生育するタイヌビエとヒメタイヌビエに比べて, 冬期間の畑と夏期間の湛水条件下で, 初年目 6 月以降の夏季における緩やかな減少と冬期間に生存種子数の減少が大きい (宮原 1991)。イヌビエとヒメイヌビエの種子が多数生産された圃場では冬期間の排水につとめ, 乾田化を図り, また種子の再生産を防止することが埋土種子密度の低減につながる。

イネ圃場で, 手取り除草や除草剤の施用で防除が実施される条件では収穫期のタイヌビエ個体数と翌年の出芽数を比較した場合に, 両者の間に判然とした関係がみられない (宮原 1991)。一方, ミズガヤツリやウリカワなど多年生雑草では当年収穫期の残草量と翌年の発生量に高い相関が認められる (宮原ら 1985)。防除後に残存した個体数は寿命の長い土中の埋土種子密度に大きな影響を及ぼさないのに対し, 塊茎など寿命の短い栄養繁殖器官で増殖する多年生雑草では残存した個体の生産する繁殖体が翌年の主な発生源となることによる。従って, 雑草ヒエを含む一年生雑草では, 収穫期の残存個体数が少ない場合でも, 埋土種子の存在を前提とした翌年以降の防除対策が必要となる。

種子繁殖する雑草ヒエの発生数を前年の状態から予測するためには, シードバンクでの土中種子数の把握が必要になる。タイヌビエについて, 乾物重から種子

生産数を求め、除草効果を加味することで翌年以降の土中種子数を推定するモデルが提示されている（渡邊ら 2003）。東北地方においても、比重分離法による埋土種子数の把握（小林・渡邊 2010）が試みられており、発生する雑草の種類（佐々木 2008）や生育量（内山・新妻 2009）との対応の解析に利用されている（第4図）。

3) 海水浸入圃場でのイネと雑草

宮城県古川農業試験場では津波の被災水田での雑草の発生と防除についての緊急試験が実施された。すなわち、海水の NaCl 濃度を 3% として水田土壌乾土 100g 当たりの NaCl が 0.1g となる条件で 0.1%、1% となるよう海水を加え、イネと雑草ヒエを含む 14 種の水田雑草の生育を比較した。その結果、1% ではイネも雑草も甚だ強く阻害された。0.1% では多くの雑草種で抑制が認められず、イネも無処理と同程度であったのに対してノビエは約 50% に抑制された（大川 2011）。また、この条件下でスルホニルウレア系成分を含む一発処理除草剤の効果と薬害は変動しなかった（大川 2011）。

2. 東北地方の雑草ヒエの種と発生動向

日本の農耕地に発生する 2 種 2 変種の雑草ヒエの中で、東北地方にはタイヌビエ、イヌビエおよびヒメイヌビエが分布する。水田にはタイヌビエとイヌビエが発生するが、落水期間を伴う直播栽培でイネの苗立ち不良の場合などにはヒメイヌビエが発生・生育することがある（第5図）。畑ではイヌビエとヒメイヌビエが主に発生する（第6図）。しかし、排水の不良な転換畑ではタイヌビエも普通に発生する（第7図）。

東北地方における雑草ヒエの発生状況は、「日本植物調節剤研究協会東北支部会報」に発生面積あるいは発生面積比率として掲載される。青森県、宮城県、秋田県および山形県の水田での雑草ヒエの発生面積比率は、1997 年の 94% から 2006 年の 78% に低下し、他の雑草種と異なる傾向を示したが、その後はほぼ同水準である（第8図）。数字の上では宮城県で 1997 年の 96% から 2006 年に 39% に減少したことが東北地方全体の比率を引き下げた要因であり、他の 3 県では 2010

年においても90%以上の発生面積比率である。畑地での雑草の発生状況を整理するのは困難であったため、ダイズについてのみ、水田転換畑と畑を区分せずに算出の可能な県での雑草ヒエの発生面積比率を求めた（第9図）。県間のレンジは2002年（一部は2003年）には22～63%であったが2010年には14～54%であり、ダイズ圃場で雑草ヒエが減少傾向にあるようにみえる。

被災農地を含めて、上記した雑草ヒエの発生状況の今後の変化については予測ができない。東北地方の農耕地においては、他の地方と同様に雑草ヒエの動向は種や変種の段階で把握されていない。こ今後の雑草ヒエの発生動向の変動を把握するためには、土壤水分条件への適応や発生生態を異にするタイヌビエとイヌビエを区別（第10図）して把握する必要がある。

3.まとめ

被災農地の周辺では、農地を含めて管理の不十分な状態で放置される土地での雑草ヒエの繁茂と種子の生産が懸念される。耕作できない農耕地を対象に、無人ヘリコプターによる雑草管理を目的とした非選択性茎葉処理除草剤が農薬登録された（<http://www.acis.famic.go.jp/searchF/index/20111011.html>）。作物の栽培される農耕地では、既存の除草剤で対応が可能である。筆者は、雑草ヒエを対象とした除草剤成分の開発に際して、「雑草ヒエ各種での効果の変動のないことの確認」を農薬会社に要請してきた。また、「ヒエ剤」と呼ばれるこれらの除草剤が雑草ヒエの種や産地・系統間で実用的には効果の差のないことが確かめられている（佐合・竹下 2004）。しかし、タイヌビエ・ヒメタイヌビエとイヌビエ・ヒメイヌビエの間には土壤水分への適応性、出穂性などの生態的特性での差があることから、実際の農耕地での発生生態の違いが除草剤の効果に影響を及ぼす可能性がある。通常の農耕地では各作付年の経験をもとに対応できているが、これまでにない規模で表土を含めて損壊された農耕地においては、発生種・発生量・発生消長などの要因を従前の知見と対比しながら防除対策をとる必要がある。

付記．雑草ヒエに関する基本文献

雑草ヒエの生態と防除に関しては以下に示す優れた総説が出版されている。

・日本と世界の雑草ヒエの分類・分布や主要な種の生物学的・農学的特徴（藪野 1975, 藪野・山口 1996, 2001）

・栽培種のヒエの生物学的・農学的特長, 品種および耕地雑草としての野生ヒエの生態と防除（関塚 1998）

・雑草ヒエの種子発芽と冠水耐性（山末 1992）

・雑草ヒエ各種と系統間における数種除草剤に対する感受性（佐合・竹下 2004）

・タイヌビエの種子の休眠性と生存条件（宮原 1972, 1983, 1991）

・東北地方でのタイヌビエの発育モデルによる発生・生育予測（内野ら 2002）

・イヌビエ（主に有芒系統）の発生生態（中山ら 1966, 高橋 1974）

このうち、「ヒエという植物（藪野監修・山口編 2001）」には以下の内容が収録されている。

・ヒエ属植物の分類と系譜 藪野友三郎

・ヒエ属植物の基本形態と学名 山口裕文・大江真道

・日本の稲作と雑草ヒエ 森田弘彦

・雑草ヒエの適応の生理学 山末祐二

・ヒメタイヌビエの博物誌 西克久

・韓国の稲作とヒエ属植物 金純哲

・中国の稲作とヒエ属植物 山口裕文・汪 旻・梅本信也

・東南アジアの稲作と雑草ヒエ 伊藤一幸

・浮性ヒエーその浮性能力と繁殖— 種坂英次

・飛騨高山におけるヒエの伝統的栽培と食事 堀内孝次

・岩手県北上におけるヒエの栽培と食事 大野康雄・藪野友三郎

・ヒエ属植物の病原微生物と微生物農薬 郷原雅敏

・ヒエホソメイガの生活史とノビエの生物的防除 後藤三千代

・資料 ヒエ属植物の学名一覧表



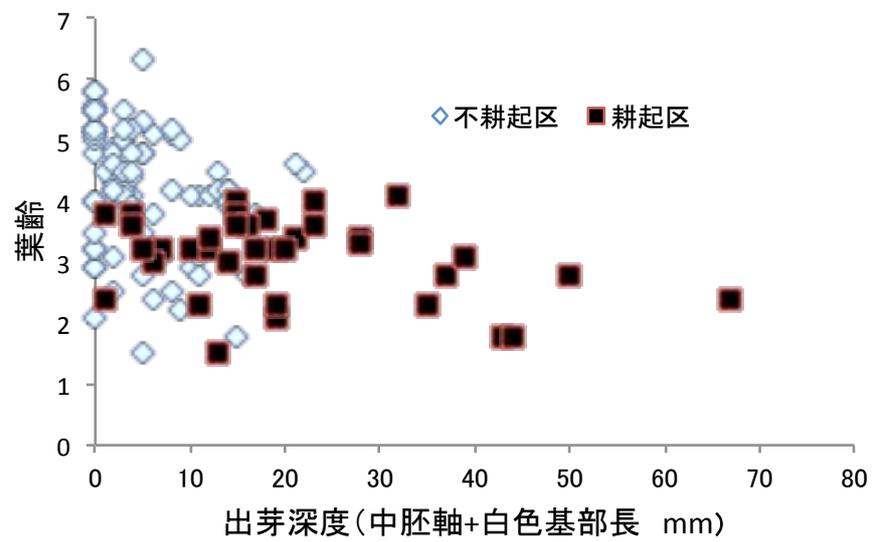
第 1 図 市街の造成地に出現したヒメイヌビエの優占する群落（愛知県）

第 1 表 雑草種子の出芽深度と土壌中の生存年限

(千坂・森田・高林・渡辺・山本ほか)

種類	出芽限界 深度(cm)	土壌中の生存年限	
		畑条件	湿田条件
畑雑草	メシバ	5~6	2~3
	オヒシバ	5~6	4~5
	ヒメイヌビエ	9~10	2~3
	カヤツリグサ	0~1	5以上
	スベリヒユ	1~2	4~5
	ハルタデ	5	5以上
	ツユクサ	10	5以上
水田雑草	タイヌビエ	0~1*	10以上 4~8
	コナギ	0~1*	10以上
	アゼナ	0~1*	2~4
	タマガヤツリ	0~1*	10以上

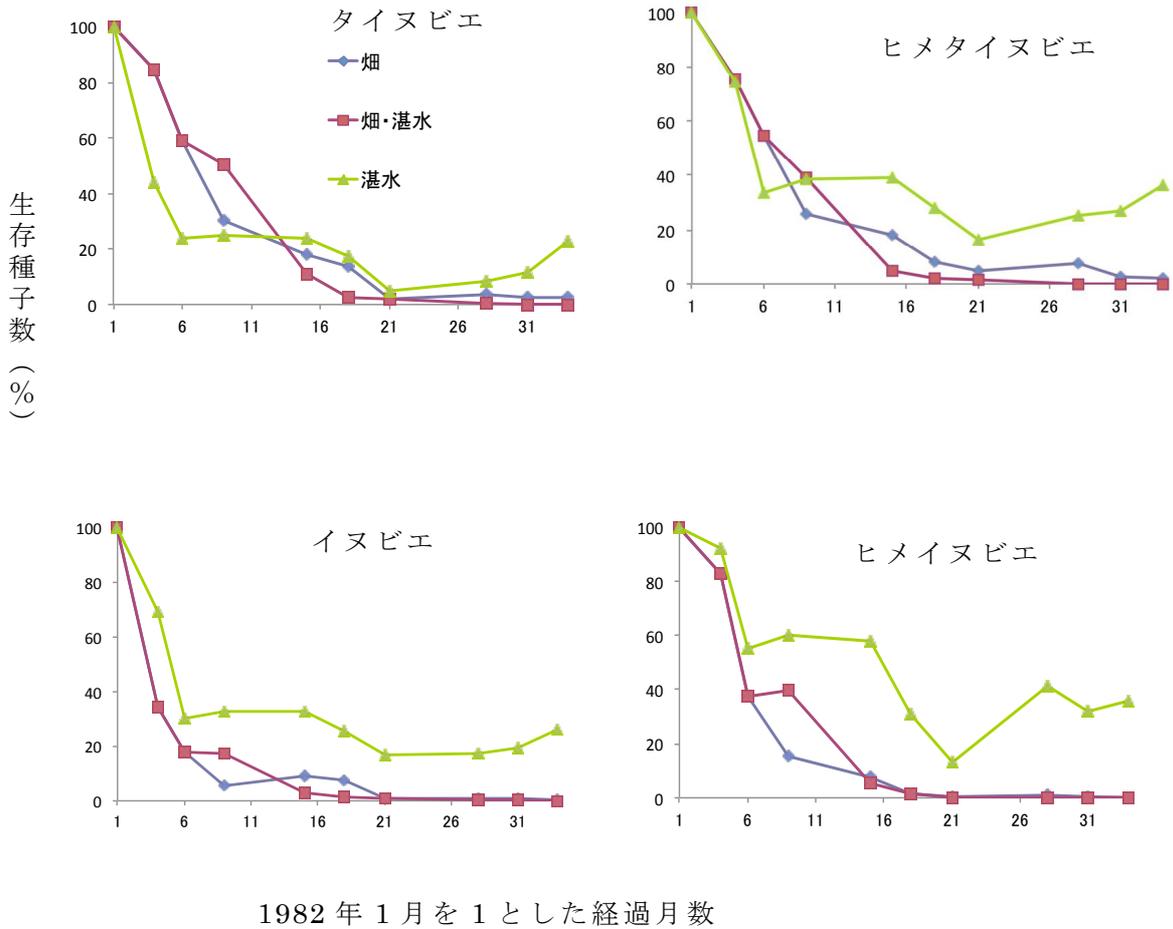
* : 湛水条件



第 2 図 乾田直播水田の耕起 (■) と不耕起 (◇) 条件でのヒメイヌビエの出芽深度と葉齢の分布

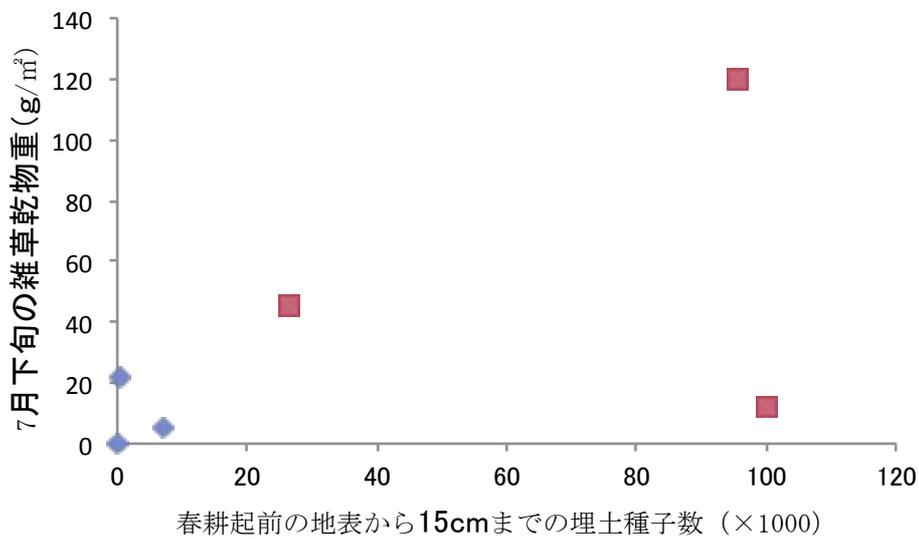
(1995 年, 茨城県南部の黒ボク土壌水田で播種 26 日後に調査)

森田・長野間 1996



第3図 4種の雑草ヒエの生存種子数の推移に及ぼす水管理の影響 (宮原 1991より抜粋して作図)

「畑・湛水」: 6月下旬～9月下旬を湛水し, 他を畑状態, 「畑」・「湛水」: 年間を通じてそれぞれ畑, 湛水状態。



第4図 水田における「ノビエ類 (◇)」とコナギ (■) の埋土種子数と発生量の測定例

(内山・新妻 2009, 第3表, 第4表より抜粋して作成)



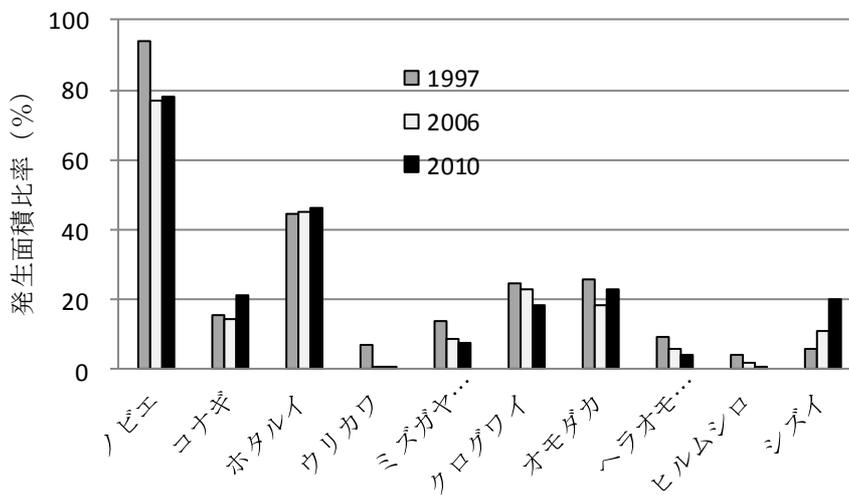
第5図 タイヌビエ，イヌビエ，ヒメイヌビエの混生する湛水直播水田（上：秋田県）と乾田直播水田でのタイヌビエ（下：宮城県）



第6図 転換畑ダイズ圃場に発生するイヌビエ（宮城県）

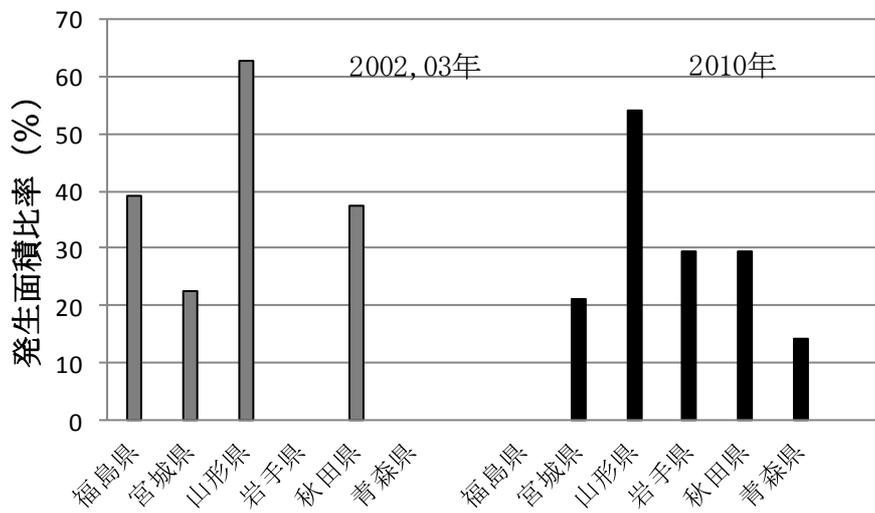


第7図 排水の不良な転換畑ダイズ圃場に多発したタイヌビエ（秋田県）



第8図 東北地方の主要水田雑草の発生面積比率の推移

- 1) 日本植物調節剤研究協会東北支部会報より作成
- 2) ノビエ：青森県，宮城県，秋田県，山形県，他の種：福島県を除く 5



第9図 東北地方のダイズ圃場における雑草ヒエの発生面積比率の推移

- 1) 日本植物調節剤研究協会東北支部会報より作成
- 2) 畑と水田転換畑を区別せず



第 10 図 残存する穎果の大きさで識別可能なタイヌビエ（右）とイヌビエ（左）の幼植物

引用文献

- 伊藤豊彰 2011. 津波・高潮による農地被害の実態および塩害の要因と対策, 東北の雑草 11:23-28.
- 笠原安夫 1968. 日本雑草図説 一種子, 幼植物および成植物一, 養賢堂, 東京, pp.1-518.
- 小林浩幸・渡邊寛明 2010. 雑草研究における埋土種子調査の目的と方法, 雑草研究 55 : 194-207.
- 宮原益次 1972. 水田雑草タイヌビエ種子の休眠性に関する生理生態学的研究, 農事試研報 16 : 1-62.
- 宮原益次 1983. タイヌビエその他主要一年生雑草の生態と防除に関する研究, 雑草研究 28 : 1-11.
- 宮原益次 1991. 水田作雑草研究 40 年, 私刊, 鴻巣, pp.1-222.
- 宮原益次・伊藤一幸・児嶋清・渡辺寛明・渡辺泰 1985. 水稲稚苗移植栽培における多年生雑草を主体とした除草体系について 2. 発生量の推移, 雑草研究 30 (別) : 153-154.
- 森田弘彦・長野間宏 1996. 関東地方の耕起・不耕起乾田直播栽培におけるヒメイヌビエの発生生態の差異と入手前除草剤処理時期の推定指標, 雑草研究 41 (別) : 172-173.
- 中山治彦・江口和雄・湯村悦子 1966. ケイヌビエの発生生態について, 雑草研究 5 : 72-76.
- 中山祐一郎・青木大輔・北宅善昭・大木理 2004. 酒井第 7-3 区埋立処分場 H ポンドにおける植生とバイオマス生産, 大阪府大院農生学術報告 56 : 57-63.
- 大川茂範 2011. 東北地方太平洋沖地震による宮城県の農業被害と農地復旧に向けた取り組み, 東北の雑草 11:36-43.
- 日本植物調節剤研究協会東北支部編 1998-2010. 日本植物調節剤東北支部会報 38-46.

- 野口勝可・森田弘彦・竹下孝史 2006. 除草剤便覧 第2版, 農文協, 東京, p.33.
- 佐合隆一・竹下孝史 2004. 水田に発生するヒエ属雑草の数種除草剤に対する感受性, 雑草研究 49:36-41.
- 佐々木園子 2008. 福島県浜通りの乾田直播における雑草の埋土種子集団, 東北の雑草 8: 29-31.
- 関塚清蔵 1988. ヒエの研究, 全国農村教育協会, 東京, pp.1-111.
- 高橋 均 1974. ケイヌビエ種子の発生生態とその栽培利用に関する研究, 農事試研報 21:161-210.
- 内野彰・渡邊寛明・伊藤一幸 2002. 水田地温による寒冷地のタイヌビエ (*Echinochloa oryzicola* Vasing.) の葉令進展と発生終期の推定, 雑草研究 47:66-73.
- 内山かおり・新妻俊栄 2009. 水稻有機栽培における雑草防除法と埋土種子量の関係, 東北の雑草 9: 10-13.
- 藪野友三郎 1975. ヒエ属雑草の分類と地理的分布, 雑草研究 20:97-104. 東北の雑草 11:23-28.
- 藪野友三郎監修・山口裕文編 1996. ヒエの博物誌, ダウ・ケミカル日本株式会社 ダウ・エランコ事業部門, 東京, pp.1-195.
- 藪野友三郎監修・山口裕文編 2001. ヒエという植物, 全国農村教育協会, 東京, pp.1-203.
- 山末祐二 1992. ヒエ属雑草の生理的適応性に関する研究 一種子発芽と冠水耐性について一, 雑草研究 37:83-91.
- 吉岡俊人・佐藤茂・山末祐二 1998. イヌビエ種子の不斉一発生における CO₂ 要因, 雑草研究 40 (別): 68-69.
- 吉岡俊人・佐藤茂・羽柴輝良・山末祐二 1998. イヌビエ種子の発芽フラッシュを誘導する降雨後の高土壌 CO₂ 濃度, 雑草研究 43 (別): 62-63.
- 渡邊寛明・内野彰・橋雅明 2003. 積雪寒冷地水田におけるタイヌビエの種子生産量と土中種子数の増減予測モデル, 雑草研究 48 (別): 54.