

## 基盤整備地における畦畔植生の特徴

|       |  |
|-------|--|
| 誌名    | 農業および園芸 = Agriculture and horticulture |
| ISSN  | 03695247                               |
| 著者    | 渡辺, 修<br>大谷, 一郎<br>日鷹, 一雅              |
| 巻/号   | 85巻4号                                  |
| 掲載ページ | p. 420-424                             |
| 発行年月  | 2010年4月                                |

## 基盤整備地における畦畔植生の特徴

渡辺 修\*・大谷一郎\*\*・日鷹一雅\*\*\*

〔キーワード〕：水田畦畔，二次遷移，基盤整備後の年数，イネ科多年草，土壤保全型植物

### 1. はじめに

水田畦畔は，耕作地の境界として重要な役割を持つことに加え，湛水機能，土壤流出防止，農村景観形成など様々な役割を持つが，その維持管理には多くの労力が必要である．水田畦畔の大部分は，造成時のコストの点から土堤で形成され，チガヤやヨモギなど様々な植物が生育している．土で形成された畦畔は，植物が根を張ることでその形や機能が維持されるが，植物が繁茂しすぎるといくつかの問題を生じる．繁茂した雑草は害虫の生息場所となり，草丈が膝より伸びた畦畔は歩行が困難で水管理がしにくく，水田内の通風の妨げともなる．畦畔では年間2-6回ほどの草刈り管理が行われているが，高齢化が進んだ農村では草刈りの作業がもっともつらく，さらに傾斜地の多い水田地帯では畦畔法面の面積も大きくなり，農作業上大きな問題を抱えている（有田ら1993，木村ら1994）．水田は戦後から現在に至るまで，機械化や大規模化に対応するため全国各地で基盤整備事業が進められ，それと同時に畦畔の改変も進められた（写真1）．畦畔の改変により一度消失した既存植生は，裸地状態から二次遷移が進行し再び植生が回復するが，基盤整備後の年数と植生の変化に関する研究事例は少ない．また，畦畔管理に適した植生の評価も総合的に行う必要がある．ここでは畦畔植生の特徴を調べ，管理に適した植生を明らかにするため，中国地方を中心に行った畦畔植生調査の研究結果を紹介する．

### 2. 基盤整備年代の異なる畦畔植生の特徴

基盤整備年代の異なる畦畔を対象に，広島から島根にかけて中国地方を横断する形で調査地を設定



写真1 基盤整備後の大型畦畔の草刈り作業



図1 畦畔植生調査を実施した地点

した（図1）．基盤整備は数年にわたって工事が行われるが，ここでは工事完了年代を基準として記録した．畦畔の植生調査は，畦畔草地（畦畔法面）部分に1m×10mの横長コドラートを，天端部分に0.5m×10mのコドラートを設置し，出現種と被度，草丈，群落内における土壤水分含量と土壤硬度を記録した．調査時期は2004年と2005年の7月から9月で，夏から秋に優占する草種を対象に調査を行っ

\*信州大学農学部（Osamu Watanabe）

\*\*近畿中国四国農業研究センター（Ichiro Otani）

\*\*\*愛媛大学農学部（Kazumasa Hidaka）

た(渡辺ら 2004)。

畦畔造成後の年代は、Ⅰ：基盤整備後5年未満、Ⅱ：5-9年、Ⅲ：10-20年、Ⅳ：20年以上、の4つに分けた。コドラート調査における出現種の被度と草丈から積算優占度を求め、整備後の年代ごとに優占上位25種のリストを表1に示した。基盤整備後5年未満の畦畔では、スギナとヨモギが優占し、その後年数が経過するにつれチガヤとススキの順位が上昇した。チガヤとスギナはどの年代の畦畔でも高い優占度を示した。スギナとヨモギは土壌肥沃度の低い環境で優占する傾向があることが知られている(Young 1968)。今回の調査では基盤整備直後の畦畔でスギナとヨモギが多く観察された。畦畔は整備直後ほとんど裸地状態であるが、土壌中には埋土種子や塊茎等の栄養繁殖器官が多く含まれており、また、風散布型の植物の侵入もあるため、基盤整備後すぐに植生遷移が進行する。スギナの塊茎は非常に小型で数が多く、乾燥に極めて強いことや地下深くからの萌芽力も強い特徴を持っている(伊藤ら 1999)。整備直後の畦畔はリター層がなく貧栄養であり、日当たりがよく乾燥することなどから、このような環境に適したスギナが優占しやすいと考えられる。また、スギナは地下100cm程度まで縦横無尽に地下茎を張り巡らし(伊藤ら 1988)、畦畔法面の土壌流出を防ぐ機能があることに加え、草丈も低く畦畔植生として管理しやすい。スギナは畦畔の二次遷移の初期に重要な役割を持つと考えられるが、多くの農家はスギナを害草と考えている。畦畔のスギナは非選択性除草剤などで防除されるケー

スが多いが、整備後の土壌は不安定なため、土壌保持のためスギナを大事にする視点が必要である。また、ヨモギは初期生育が速く、地下茎もよく発達するため、スギナと同様に土壌保全機能が強く、道路法面の緑化資材としても導入されている。しかし、スギナもヨモギも畑の主要雑草となっているため、耕地への侵入を防止する必要がある。また、ヨモギは草丈が大型で、地上部が枯れると茎が非常に固くなり、刈り払い管理が難しくなる。

基盤整備後5年以上経過した畦畔では、スギナとヨモギの優占順位はやや下がり、チガヤやススキなどイネ科多年生雑草の優占順位が上昇した(図2)。特に、チガヤは基盤整備後数年で畦畔に侵入し、大部分の畦畔で最も優占していた。チガヤの優占度は土壌水分含量と負の相関があり、乾燥条件を好む傾向が確認された(表2)。チガヤは草刈りに対する耐性が非常に強く、刈り払い後すぐにシュート(稈)を再生させ(Tominaga 1989)、他草種との光競合を有利に進めて群落内で優占化する。しかし、畦畔ではチガヤが他草種を完全に排除して純群落となるケースはほとんどなく、シバやヨモギ、コナスピ、コウゾリナ、ノアザミ、キンエノコロ、ノチドメ、ウツボグサなど数多くの野草類との共存が確認された。年数回の刈り払いを行う畦畔はチガヤの好適環境であるとともに、多くの草原性野草類の生息空間でもある(大窪ら 1995、山戸ら 1999、曾根原ら 2003)。また、チガヤは様々な長さのライゾーム(根茎)を地下に張り巡らせ(富永 1991)、畦畔草地の土壌保持に極めて大きな役割を持つ。チガヤの土

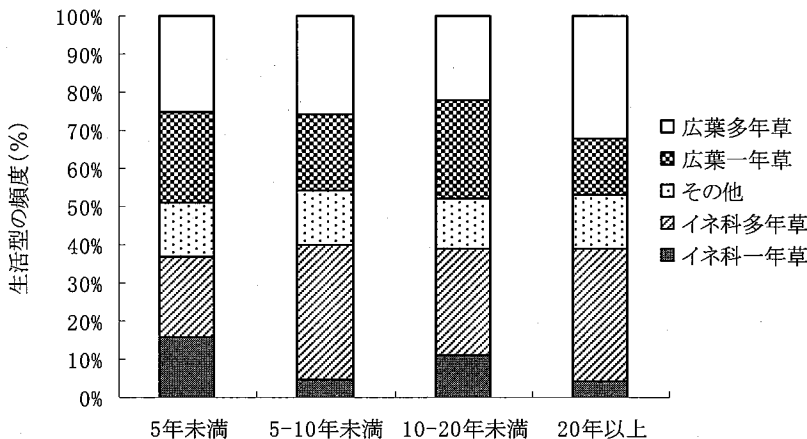


図2 各整備年代における水田畦畔植生の生活型の頻度

留め機能は河川堤防でも認められており、各地で導入試験が進められている(江崎ら 1992)。チガヤの株はあまり大きくなり、株元に粘りがあり、斜面で刈り払い作業をするときに滑りにくい。また、チガヤはシュートに適度な強度があり、シュートに刈払機の歯が軽く触れるだけで刈り取ることができ、機械作業性に優れる特徴がある。

整備後の年数が経過した

表1 畦畔の基盤整備後の年数と優占植生

| 順位    | 整備後5年未満    |      | 整備後5-9年    |      | 整備後10-20年  |      | 整備後20年以上   |      |
|-------|------------|------|------------|------|------------|------|------------|------|
|       | 和名         | 優占度  | 和名         | 優占度  | 和名         | 優占度  | 和名         | 優占度  |
| 1     | スギナ        | 23.0 | チガヤ        | 36.0 | チガヤ        | 47.6 | チガヤ        | 38.4 |
| 2     | ヨモギ        | 23.0 | ススキ        | 30.9 | メヒシバ       | 29.8 | ススキ        | 37.1 |
| 3     | チガヤ        | 18.7 | スギナ        | 18.0 | ススキ        | 27.4 | メリケンカルカヤ   | 25.5 |
| 4     | オオアレチノギク   | 18.2 | ヨモギ        | 14.8 | スギナ        | 24.6 | ヒメジョオン     | 21.5 |
| 5     | ススキ        | 18.2 | ヒメジョオン     | 13.1 | ヒメジョオン     | 19.4 | スギナ        | 21.4 |
| 6     | ヒメジョオン     | 16.7 | ギシギシ       | 12.9 | コヌカグサ      | 18.3 | シバ         | 18.5 |
| 7     | メリケンカルカヤ   | 16.3 | イヌビエ       | 12.7 | シバ         | 17.7 | ノアザミ       | 18.5 |
| 8     | シロツメクサ     | 11.6 | シロツメクサ     | 12.0 | ヨモギ        | 16.3 | スズメノヒエ     | 16.1 |
| 9     | トダシバ       | 8.8  | オオアレチノギク   | 11.7 | スズメノヒエ     | 15.8 | コヌカグサ      | 14.3 |
| 10    | コブナグサ      | 8.3  | メヒシバ       | 11.5 | シロツメクサ     | 12.1 | トダシバ       | 12.6 |
| 11    | セイトカアワダチソウ | 7.7  | アゼスゲ       | 10.6 | オオアレチノギク   | 11.6 | シロツメクサ     | 10.1 |
| 12    | コヌカグサ      | 7.5  | シバ         | 9.3  | ノアザミ       | 9.6  | アゼスゲ       | 9.7  |
| 13    | イヌガラシ      | 7.5  | ノゲシ        | 9.3  | メリケンカルカヤ   | 8.1  | コウゾリナ      | 9.5  |
| 14    | メヒシバ       | 7.3  | コヌカグサ      | 9.2  | キンエノコロ     | 8.0  | ヨモギ        | 9.3  |
| 15    | アゼスゲ       | 7.2  | コメツブツメクサ   | 7.9  | イヌビエ       | 8.0  | ギシギシ       | 7.5  |
| 16    | ギシギシ       | 6.9  | セイトカアワダチソウ | 7.8  | オオバコ       | 7.6  | セイトカアワダチソウ | 7.4  |
| 17    | ハハコグサ      | 6.6  | メリケンカルカヤ   | 7.2  | ギシギシ       | 7.5  | ノコンギク      | 6.9  |
| 18    | メドハギ       | 6.4  | キシウスズメノヒエ  | 6.7  | セイトカアワダチソウ | 7.4  | ウツボグサ      | 6.7  |
| 19    | イヌビエ       | 5.7  | トダシバ       | 6.2  | チカラシバ      | 7.0  | キンエノコロ     | 6.4  |
| 20    | ネジバナ       | 5.3  | ノチドメ       | 6.1  | アゼスゲ       | 6.7  | ニガナ        | 6.1  |
| 21    | ノゲシ        | 5.3  | クズ         | 5.8  | タカサブrow    | 6.1  | オオアレチノギク   | 6.0  |
| 22    | カモジグサ      | 5.3  | コゴメガヤツリ    | 5.8  | ノゲシ        | 5.6  | ムラサキツメクサ   | 5.7  |
| 23    | ナギナタガヤ     | 5.1  | オニタビラコ     | 4.6  | ヒメクグ       | 5.5  | ネコハギ       | 5.5  |
| 24    | コウゾリナ      | 5.0  | アオカモジグサ    | 4.5  | コブナグサ      | 5.4  | ノチドメ       | 4.7  |
| 25    | オオバコ       | 4.6  | タカサブrow    | 4.4  | エノキグサ      | 5.3  | オニタビラコ     | 4.5  |
| 調査畦畔数 |            | 18   |            | 9    |            | 21   |            | 13   |

畦畔で、チガヤに次いで優占度の高い種はススキであった(表1)。ススキは草地植生の二次遷移過程において草本群落の最終ステージに優占する種である(松村 1996)。今回の調査では、基盤整備直後で植生がほとんどない畦畔でススキが多く確認され、二次遷移過程のかなり早いステージから侵入が確認された。ススキは株が大きくなると草丈が2mを超え、バイオマス量も大きくなり、畦畔では非常に管理しにくい。特に刈草の処理がススキ群落では容易ではなく、近年は火入れもしにくいことからススキが優占する畦畔は望ましくない。しかし、農家の高齢化の進行や農業従事者の激減により、ススキ優占畦畔が確実に増加しているのが現状である。ススキは刈り払いにある程度耐性を持つが、刈り払いが頻繁に行われる環境では退行遷移が進行し、チガヤやシバ群落が成立する(松村 1996, 曾根原 2003)。今回の調査では、基盤整備後5年未満の畦畔でシバをほとんど見ることはなかったが、整備後5年以上経過した畦畔で徐々に優占度が増加

した。シバは草丈が低く、匍匐茎を連続的に展開させ、非常に強い地縛り効果を有し歩行も容易なため、畦畔の植物として最も有用性が高い。ただし、シバは光競合に弱く、大型草本が優占する環境ではすぐに消滅してしまう。畦畔は、農家や地域によって異なるが、年間2~6回程度草刈り管理が行われる。イネの栽培期間中、平均して4回程度畦畔の草刈りが行われるが、草刈り回数が年6回の畦畔でシバの優占度が高いことが確認されている(曾根原ら 2003)。畦畔におけるシバ型草地への転換技術として、強度の刈り払いを継続することに加え、シバ苗の導入、抑草剤の利用などの方法がある(近畿中国四国農業研究センター 2008)。今回の調査では、シバは土壌硬度と高い正の相関が見られ、また、土壌水分含量とは負の相関があり、踏みつけ頻度が高く、乾燥条件を好む傾向がみられた(表2)。

ノアザミは日当たりのよい草原に生育するキク科の多年生植物で、基盤整備を行っていない畦畔でよく出現する。ノアザミは蝶を中心に非常に多くの

表2 主要草種の積算優占度と畦畔環境との相関関係

| 種名         | 相関係数     |         |           |
|------------|----------|---------|-----------|
|            | 土壌水分     | 土壌硬度    | 整備後の年数    |
| チガヤ        | -0.27 ** | -0.16   | 0.41 *    |
| シバ         | -0.12    | 0.32 *  | 0.53 *    |
| ススキ        | -0.11    | -0.29 * | 0.36      |
| スギナ        | 0.10     | -0.02   | 0.03      |
| ヨモギ        | -0.12    | 0.11    | -0.70 *** |
| ミヤコグサ      | 0.81 **  | -0.63   | 0.25      |
| コウゾリナ      | 0.17     | -0.01   | 0.17      |
| ノアザミ       | 0.19     | -0.07   | 0.71 ***  |
| チドメグサ      | 0.13     | 0.04    | -0.19     |
| オヘビイチゴ     | 0.06     | -0.23   | -0.28     |
| コヌカグサ      | 0.00     | -0.09   | -0.08     |
| メリケンカルカヤ   | 0.16     | 0.00    | 0.09      |
| セイタカアワダチソウ | 0.10     | 0.11    | -0.26     |
| チカラシバ      | -0.71 *  | -0.23   | -0.46     |

\*, \*\*, \*\*\*: 5%, 1%, 0.1%水準で

昆虫類の密源となっており(宮本 1961), 草原における生物多様性の維持に重要な役割を持つ。今回の調査でノアザミは、基盤整備直後の畦畔ではまったく確認できなかったが、整備後の年数が経過するにつれて徐々に優占度が増加し(表1), 整備後の年数と高い正の相関がみられた(表2)。基盤整備はこれまで生育していた草原性の野草類に壊滅的な影響を与えるが、長期的にみれば二次遷移の過程や刈り払いによる退行遷移で回復する種もみられるため、どのような草種が回復するか、様々な地域でのモニタリングが必要である。

基盤整備が行われた畦畔では、帰化雑草の侵入も顕著である。基盤整備後の畦畔では、オオアレチノギク、メリケンカルカヤ、ヒメジョオン、シロツメクサ、セイタカアワダチソウの優占度が高く、特にメリケンカルカヤは、整備後20年以上経過した畦畔でも高い優占度を示した(表1)。メリケンカルカヤは1940年に最初に京都でみつかり、50年代ま

で京阪神、愛知、60年代には九州、中四国、東海地方全域に広がり、現在では秋田県付近まで拡大している(榎本ら 2008)。メリケンカルカヤは、調査を行った広島県で高頻度でみられ、基盤整備直後の裸地だけでなく、チガヤやシバが優占し、裸地がほとんどない畦畔草地でも多く見られた。これは、メリケンカルカヤの競合力や既存植生への侵入力が非常に強いことを示している。メリケンカルカヤが今後、個体群を拡大し畦畔植生へどのような影響を与えるかは、継続調査が必要である。

### 3. 畦畔植生のバイオマス量

畦畔は農業の機械化が進む昭和30年代以前は、ダイズ生産や家畜飼料の生産の場であり、同じ場所で繰り返し草資源が確保できることから、農地に準じる環境として重要であった。一部の地域では過去に飼料確保のため牧草種子がまかれることもあったことを、農家の聞き取りで確認している。畦畔ではなるべくバイオマス量の少ない草種を優占させることが、効率的な管理作業を進める上で重要となる。ここでは畦畔植生のバイオマス量を明らかにするため、畦畔の代表的な群落を対象に調査を行った(渡辺ら 2005)。畦畔に1m<sup>2</sup>のコドラートを設置して優占草種を記録し、草丈、被度を測定したのち、コドラート中央部の0.5m<sup>2</sup>の地上部を刈り取った。刈り取りを行ったコドラートの数は104個である。ここでは、年間でバイオマス量が最も多いと思われる8月を対象に、刈り取り調査を行った。地上部生重量をみると、ススキ群落が4500gを超え、セイタカアワダチソウ群落が2100g、ヨモギ群落が1400g、チガヤ群落700g程度であった(表3)。乾物率はヨモギ群落とメヒシバ群落が20%以下で草の水分含量が多く、チガヤとススキ群落が25%前後、シバ群落が30%前半であった。乾物率の高さは家畜飼料を

表3 主要畦畔群落の地上部生重量、乾物率および乾物重

| 優占種        | 平均被度 (%) | 平均草丈 (cm) | 生重量 (g/m <sup>2</sup> ) | 乾物率 (%) | 乾物重 g/m <sup>2</sup> |        |       | 乾物重 /草丈 | 調査枠数 |
|------------|----------|-----------|-------------------------|---------|----------------------|--------|-------|---------|------|
|            |          |           |                         |         | 平均                   | 最大     | 最小    |         |      |
| チガヤ        | 54.8     | 61.7      | 774.5                   | 28.3    | 204.6                | 567.6  | 24.0  | 3.3     | 43   |
| ススキ        | 69.1     | 113.4     | 4563.7                  | 24.2    | 1108.3               | 3299.9 | 77.2  | 9.8     | 16   |
| セイタカアワダチソウ | 74.5     | 81.3      | 2121.2                  | 23.5    | 524.6                | 1114.6 | 216.3 | 6.5     | 10   |
| ヨモギ        | 59.3     | 48.0      | 1469.8                  | 18.3    | 266.5                | 674.4  | 53.2  | 5.6     | 15   |
| シバ         | 66.7     | 15.1      | 472.5                   | 31.4    | 139.8                | 272.0  | 56.0  | 9.3     | 9    |
| メヒシバ       | 64.1     | 28.6      | 974.2                   | 16.9    | 157.0                | 259.2  | 115.6 | 5.5     | 11   |

評価するとき重要な指標であり、シバ、チガヤ、ススキが飼料として比較的優れていることを示している。チガヤとススキ群落は乾物重量で5倍近く差がみられ、ススキ群落の生産量の多さが目立った。単位面積当たりの乾物重と草丈(群落高)の比は草の密度を表す指数で、チガヤ群落の草密度は調査を行った草種の中で最小であり、ススキやシバ群落の約1/3であった。チガヤ群落は見た目よりも草の重量が少なく、管理作業が容易なように思われたが、チガヤ群落は年間生産量が大きく(Tominaga 1989)、バイオマス量の評価は年間生産量や年次変動も考慮して評価する必要がある。

#### 4. おわりに

中国地方を中心に畦畔植生の調査を行った結果、基盤整備を行った畦畔は整備直後にスギナやヨモギが優占し、年数が経過するとチガヤやススキが優占する傾向がみられた。また、帰化雑草のメリケンカルカヤの優占度が高く、生態系にどのような影響を及ぼすか、その動向を押さえていく必要がある。今回は刈り払い管理が大部分を占め、やや大型の畦畔草地が多くみられる中山間地域で調査を行ったが、畦畔に除草剤を使用する地域や平坦地で畦畔草地のほとんどない地域では、メヒシバやイヌビエなど一年生雑草が優占し(徐 1998)、地域によって畦畔植生の特徴が異なる。畦畔植生の特徴を全国レベルで把握するには、さらに情報を収集する必要がある。畦畔では裸地状態から二次遷移が進行すると同時に、年数回の刈り払い管理によって退行遷移も引き起こされ、多くの畦畔ではシバ群落とススキ群落の中間に位置するチガヤ主体の群落が成立する(山戸ら 1999, 曾根原ら 2003)。今回の調査で数多くみられたシバ、チガヤ、ススキはいわゆる夏草と呼ばれ、日本のモンスーン気候に適応した植物であり、飼料価値のみならず土壌保全機能を持った国土保全型の資源植物でもある(松村 1996)。また、スギナも土壌保全機能が強く、畦畔では資源植物として見直す価値があると思われる(中谷ら 1998)。多くの農家は、雑草=害草というイメージを持っているが、畦畔に生育する植物は、土壌保全機能に加え、最近国内で面積が激減している草原環境を構成する要素として重要な存在である。また、やや乾燥した草地環境と田面に接した湿潤環境がセットに

なっているため、非常に多くの植物の生育を可能にしている。個々の畦畔は小規模で分散しているが、全国の総面積は約17万haあり(中谷 2000)、地域に特徴的な多数の植物が生育するとともに、その植物を利用する昆虫類も多く、生態学的な価値が高い。畦畔は農家の多大な努力でようやく維持されており、省力的管理技術の開発は重要課題であるが、畦畔の農業生態系の構成要素としての役割も正しく評価し、資源的な利用を含め新たな価値を見いだす必要がある。

#### 引用文献

- 有田博之・木村和弘 1993. 畦畔の除草作業からみた圃場形態-畦畔除草に適した圃場整備技術の開発(I). 農土論集 163: 87-92.
- 榎本敏・山下純・小澤佑二 2008. 日本におけるメリケンカルカヤの分布地の年代変化と現状. 雑草研究 53(別): 29.
- 江崎次夫・藤久正文・櫻井雄二・井門義彦 1992. 堤防のり面に導入したチガヤの成長について. 雑草研究 37(別): 104-105.
- 伊藤操子・森田重貴 1999. 地下で広がる多年生雑草たち. 京都大学大学院農業研究科雑草学分野. pp. 70-74.
- 伊藤操子・渡辺靖洋・植木邦和 1988. スギナ個体の地下部分分布拡大様式. 雑草研究 33(別): 193-194.
- 木村和弘・有田博之・内川義行 1994. 急傾斜地水田の畦畔法面の形態と除草作業の実態-畦畔除草に適した圃場整備技術の開発(II). 農土論集 170: 1-10.
- 近畿中国四国農業研究センター 2008. 在来草種への植生転換と多段テラス造成による畦畔法面の省力管理マニュアル. pp. 10-15.
- 松村正幸 1996. イネ科主要在来野草の個生態(1). 畜産の研究 50(8): 909-913.
- 宮本セツ 1961. *Ceratina japonica* Cockerell の訪花性: 日本産花蜂の生態学的研究 XXIV. Japanese journal of entomology 29(1): 28-35.
- 中谷敬子 2000. 畦畔雑草の管理. 平成12年度耕地雑草の生態と防除に関する研修テキスト. pp. 113-123.
- 大窪久美子・前中久行 1995. 基盤整備が畦畔草地群落に及ぼす影響と農業生態系での畦畔草地の位置づけ. ランドスケープ研究 58: 109-112.
- 徐 錫元 1998. 新潟県の水田畦畔農道における出現雑草-新潟市の場合-. 雑草研究 43(別): 148-149.
- 曾根原昇・馬場多久男・伊藤精晴 2003. 長野県埴谷地区の棚田畦畔法面の草刈り管理による植生変化. 信州大学農学部紀要. 39(1-2): 37-50.
- Tominaga, T., H. Kobayashi and K. Ueki. 1989. Seasonal Change in the Standing-Crop of *Imperata cylindrica* var. *koenigii* Grassland in the Kii-Oshima Island of Japan. Weed Res., Japan 34(3): 204-209.
- 富永 達 1991. チガヤの変異と適応. 雑草研究 36(3): 207-216.
- 渡辺 修・大谷一郎 2004. 中山間地における圃場整備後の経過年数による畦畔植生の変化の特徴. 平成15年度近畿中国四国農業研究成果情報. 181-182.
- 渡辺 修・大原源二・大谷一郎 2005. 高解像度画像データを用いた畦畔等の植生バイオマス量の推定. システム農学 20(1): 47-56.
- 山戸美智子・服部保・浅見佳世 1999. 兵庫県三田市の基盤整備地と非整備地における畦畔法面上のチガヤ群落の比較. 雑草研究 44(3): 170-179.
- Young, W. C. 1968. Ecology of roadside treatment. Journal of Soil and Water Conservation 23: 47-50.