

シリーズ 外来雑草は今……(9)

分布域を拡大している強害雑草 –ワルナスビ–

独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構 畜産草地研究所
放牧管理部 草地管理研究室 西田智子

1. はじめに

ワルナスビ (*Solanum carolinense* L.) (写真-1, 2) は米国メキシコ湾岸州原産⁵⁾のナス科の多年生雑草で、白~紫のナスによく似た花を付ける。日本へは、まず、外国産の牧草種子などに混入して入ってきたと考えられ、1906年(明治39年)千葉の御料牧場での記録⁴⁶⁾が、最も古いとされている³⁾。ワルナスビの侵入時期



写真-1 ワルナスビ



写真-2 トウモロコシ畑のワルナスビ

は一般に昭和初期とされている^{3,7)}ことから、その後、着々と分布域を拡大していったのだろう。浅井³⁾は、特に第2次大戦後、日本各地で帰化が報告されていることから、進駐軍の搬入した軍事物資などに混入し、分布域を飛躍的に拡大したらしいと推察している。今日では、河川敷や公園の芝生、道路の植え込みなど至る所で観察される。

農業生産の場においては、1970年代に永年草地の強害雑草として着目された^{41,44)}のが最初であろう。また、同じ頃、果樹園で問題になっていたことも報告されている¹⁹⁾。しかし、おそらく分布地が限られており、永年草地や果樹園といった比較的人目につきにくい場所での雑草だったことから、「ワルナスビが強害雑草である」との認識は、一般的ではなかった。ワルナスビが農業関係者の注目を集めるようになったのは今から15年ほど前のことである。1980年代後半に、飼料用トウモロコシ畑で様々な外来雑草が大発生し始めた。ワルナスビもその中の一つであり、鋭いトゲを持ち家畜にとって有毒なソラニンを含むこと、従来の除草体系では全く防除できないことから、現在では大きな問題になっている。

本稿では、そのワルナスビについて、これまでの研究成果を基に、生物学的特性、侵入経路、日本での分布および防除法について述べる。

2. 生物学的特性

ワルナスビの最も大きな特徴は、茎や、葉の中央脈上に鋭いトゲを持つことであろう。花は、ナスに似ており、また、プチトマトのような実が黄色く熟す様は美しいが、この鋭いトゲのため素手では扱えず、観賞用の植物にはなりにくい。また、これらのトゲのため、放牧地では牛の採食を受けず、結果として牧草を抑圧してしまう。また、採草地や飼料畑に発生した場合は、収穫された飼料中に混在することにより、その飼料の嗜好性低下をもたらす。さらに、植物体にはジャガイモ (*Solanum tuberosum* L.) の塊茎と同様¹¹⁾にソラニンを含有するため、万一、家畜が多量に摂取した場合には、中毒症状を発症することも懸念される。

ワルナスビは、種子や根あるいは切断された根片で繁殖する。種子の発芽には、15℃以上の温度が必要とされ²⁸⁾、筆者のいる北関東では5月中旬ぐらいから出芽がみられる。また、根や根片からの萌芽はこれより少し早く、5月初旬には始まる(写真-3)。5月下旬には蕾を形成し、夏の間旺盛な生育を示しながら、次々と花を咲かせ、果実を形成する²⁶⁾。霜が降りると、地上部は枯れてしまうが、根は越冬し、翌春、また萌芽してくる。果実は茎に付いたまま越冬し、冬枯れの中に黄色がよく目立つ。果実は、



写真-3 根から萌芽したワルナスビ

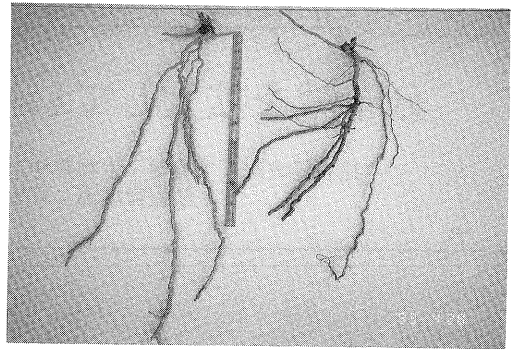


写真-4 ワルナスビの根系

花柄が茎から離れたり、茎そのものが倒れたりすることにより土壌と接触し、新たな侵入源となる。鳥や動物による散布も考えられるが、日本では、確かめられていない(塚田私信)。また、果実中の種子がどのように発芽するか、あるいは種子の寿命がどれくらいかなど、野外での種子の動態も今後の研究課題である。

ワルナスビの根系は非常に良く発達し(写真-4)、条件が良ければ地下2.4mにも達する¹⁷⁾。そのため、干ばつにも強く⁶⁾、また、耕起などで細断された場合には、圃場全面に広がってしまう⁴⁷⁾。さらに、グリホサート剤は、ワルナスビに有効であるとされているが、根系が十分に発達してしまうと、一度の処理では、全ての根系を故殺するまでには至らず、何年も続けて施用しないと防除効果が上がらない。

3. 侵入経路

上述したように、ワルナスビは古くは牧草種子等に、また、第2次世界大戦後は、進駐軍の搬入した軍事物資などに混入して、渡来したものと推定されている³⁾。一方、昨今の飼料畑での発生は、清水³⁹⁾の報告にあるように、雑草種子の混入した外国産飼料によるものと想定されることから、輸入飼料→家畜(牛)→堆厩肥→圃場という侵入経路が成り立つかどうかを検証

した。

牛1頭につきワルナスビ種子10,000粒を採食させ、糞を回収して中に含まれるワルナスビ種子の生存状況を調べた³¹⁾。その結果、採食された種子の約8割が排泄され、そのうち7割強が生存していた(表-1)。また、回収した牛糞を戸外に置いておくと、糞中に含まれる種子の15%が出芽した。牛に採食されたワルナスビ種子の生存率は、無処理の場合と比較して低下するものの、計算上は、採食された種子の6割強

表-1 牛糞からのワルナスビ種子の回収率および回収種子の発芽率、生存率、糞からの出芽率

	回収率	発芽率	生存率	出芽率
	%			
被採食種子	83	61	76 ^a	15
無処理種子	—	63	83 ^b	—

同一列異文字間に有意差有り (P<0.01)。
(Nishida *et al.*³¹⁾より作成)

は生きたまま排泄されることになり、また、それらの種子は実際に日本の気候条件下で出芽が可能であることが確かめられた。次に、牛の排泄物が堆肥化される過程でのワルナスビ種子の生存状況を調べるため、様々な温度条件の堆肥にワルナスビを含む15種類の雑草種子を埋設した³¹⁾。種子の発芽力は、いずれの種も堆肥の温度が約60℃以上になれば、失われるが、

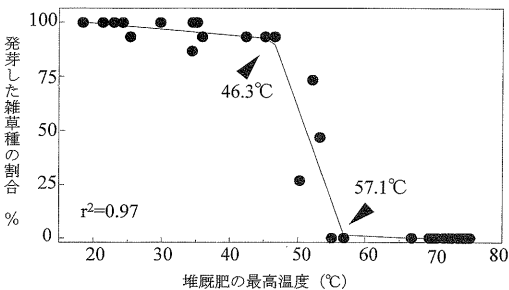


図-1 堆肥の最高温度と発芽した雑草種数割合との関係
(Nishida *et al.*³⁾より作成

約45℃以下ではほとんどの種が発芽力を維持することが明らかとなった(図-1)。順調に発酵した堆肥では発酵熱により60℃以上の温度が得られるが^{32,42)}、特に冬場など温度が上がりにくい条件下では、この温度が実現できない場合も多々ある。さらに、経営規模の拡大に家畜排泄物の処理が追いついていない現状(北池 1993)から、このような温度を経ずに圃場に還元される家畜排泄物はかなりの量に上ると推察される。従って、外国産雑草種子がわが国の圃場に侵入する経路、すなわち輸入濃厚飼料→家畜→堆肥→圃場は十分成立するものと考えられた。なお、家畜排泄物の適正な処理を目指した、畜産環境法が本年11月から全面施行されるため、今後家畜排泄物はより適切に処理されるであろう。本法は、外来雑草の侵入阻止を直接目指したのではないが、堆肥→圃場の経路が遮断されることを期待する。

さて、冒頭にも述べたが、ワルナスビを含め外来雑草が飼料畑で大きな問題になったのは1980年代後半のことである。それ以前にそれらの外来雑草はわが国に存在していた⁷⁾し、飼料の輸入についても、1970年には既に1千万tを超える濃厚飼料が輸入されている³³⁾。従って、外来雑草が1980年代以前に問題になっても何らおかしくはない。このタイムラグの原因は、侵入生物が顕著な増加を示すまでには侵入からある程度の時間の経過が必要であるという生物学的な要因の他に、外来雑草が繁茂しやすい条件が人為的に作出されたと考えられる。具体的には、規模拡大に伴う家畜排泄物の増加とその不十分な処理、圃場の大規模化あるいは、通年サイレージ体系の導入によるトウモロコシ栽培の本格的

北池 (1993) 畜産環境保全の現状と対策. 畜産における環境保全. 平成五年度中央畜産技術研修会資料. 農林水産省畜産局. pp. 1-24.

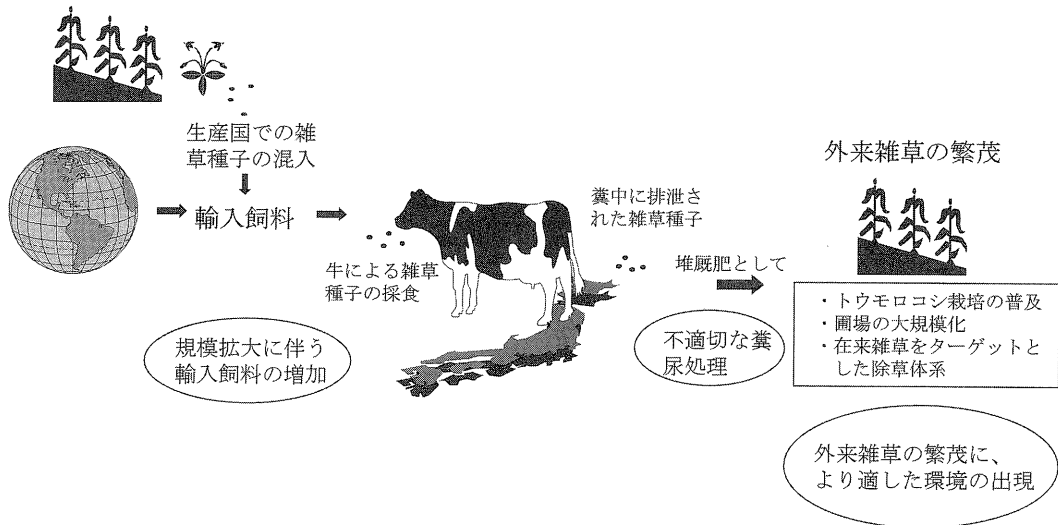


図-2 飼料畑における外来雑草種子の主な侵入経路と繁茂を促進した要因。

(西田²³⁾より作成)

な普及や、播種後1回処理という除草体系（当然ターゲットは在来種である）である。これら、外来雑草の繁茂しやすい条件の出現と侵入源となる外国産飼料の輸入量の増加が相まって、ワルナスビを始め多くの外来雑草が飼料畑で大発生したと推察される²³⁾（図-2）。

また、ワルナスビは飼料畑だけでなく、河川敷や公園の芝生、道路の植え込みなどでもみられる。さらには、水田整備工事の後、畦にワルナスビが生えるようになったという話も聞く。これらについては、侵入経路は確かめられていない。苗木圃場でのワルナスビの発生状況、あるいは鳥や野生動物など人為的要因以外によるワルナスビの侵入経路の解明はこれからの課題である。

4. 分布域

ワルナスビは全国的に問題になっていると述べたが、この節では具体的なデータを元に分布域を説明する。

各地の植物誌をみると、北は北海道³⁷⁾から南

は沖縄⁹⁾まで、全国各地^{1, 10, 15, 38, 43, 52)}で記録があり、大まかには、日本列島のどこでもワルナスビが発生する可能性はあると考えられる。しかしながら、全国の農業改良普及所等を対照にしたアンケート調査^{35, 39)}によると北海道ではワルナスビは発生しておらず、寒冷地では現在のところ農業生産上、大きな問題にはなっていないようである。ワルナスビは米国南部の原産なのでこれもうなずける現象かもしれない。

筆者らは、ワルナスビの越冬性を調べる目的で、実生を -4°C に曝す実験を行った²⁵⁾。8および9月に播種した実生を当年12月に掘り出し、根を -4°C の恒温器に一定時間いれ、その生存率を調べたところ、8月播種の実生（平均根長35cm）では処理時間と生存率の間に有意な関係は認められなかった（図-3）。一方、9月播種の実生（平均根長17cm）では、処理時間が長くなると生存率が低下し、生存率が10%となる処理時間の95%信頼区間は、12~20時間と推定された。従って、あまり大きくないワルナスビなら、冬の低温で死滅することが示唆された。

では、具体的にはどの地域なら、ワルナスビが低温そのものの影響により死滅するのだろうか？ワルナスビの地上部は霜で枯れてしまうので、この場合調べなくてはならないのは地温である。農業・生物系特定産業技術研究機構の研究所（札幌、河西、那須、小諸）で観測している地温データを7～28年間に渡り調べると、河西郡では、地下10cmの日平均温度が-4℃以下になることがあった。しかしながら、地下30cmでは、氷点下になることはなかった。また、札幌では地下5cmでも-4℃以下になることはなかった。小諸では地下5cmの最低値が-0.8℃になったことがあったが、那須では地下10cmの日平均温度が氷点下になることは無かった。以上より十勝地域ではワルナスビ実生が低温そのものの効果で、死滅する可能性があることが示唆されたが、北海道でも札幌では低温の効果だけではワルナスビ実生を死滅させ得ないことがわかった²⁵⁾。冬季に植物が死滅する他の要因として凍上害がある²²⁾。しかしIlnicki *et al.*¹³⁾によると、ワルナスビの根は地下45.7cmの深さから萌芽可能であり、根が十分に生育できるような条件が

整えば、凍上害により根の切断があるとしても、ワルナスビは十勝地域でも越冬できるものと推察される。

ワルナスビは、北海道の農業改良普及センターを対象としたアンケート調査³⁵⁾でも、また、道内の植物を2000種以上に渡って掲載している滝田⁴⁵⁾にも記録されていないため、北海道では一般的ではないかもしれない。しかし、上述したように、ワルナスビは潜在的には、北海道のかなり広い部分で、生育可能と考えられ、実際札幌³⁷⁾、当別町（我妻・私信）では、生育している。地温だけで、分布域を説明できないことは言うまでもないが、今後、地球の温暖化も予想されているだけに¹⁶⁾、広大な牧草地を抱える北海道では潜在的な強害雑草として、ワルナスビに対する警戒が必要であろう。

日本の南端、沖縄でのワルナスビはどうであろうか？米国では、ワルナスビは暖地型牧草のバミューダグラス (*Cynodon dactylon*(L.)Pers.) 草地の雑草とされており^{2, 21, 40)}、バミューダグラスの栽培適地³⁴⁾である沖縄で問題になってもおかしくない。しかし、実際には、沖縄にもワルナスビは存在することになっているものの、「有刺の2年生草本⁹⁾。」と説明されていることや農業上の被害もあまり耳にしないことから、本州におけるほど一般的な雑草ではないのかもしれない。沖縄の気象条件下で、ワルナスビが生育できないとは考えにくく、気温からみた潜在的な分布域と実際の分布域が異なる一つの例であろう。この原因が、種子の供給源が乏しいためなのか、他植物との競合により生育が抑制されるのか、今後の研究を待つところが大きい。

ワルナスビが多く分布する本州では、中規模・小規模でのワルナスビの分布が研究されている。筆者らは、新潟・長野・栃木県を中心とした永

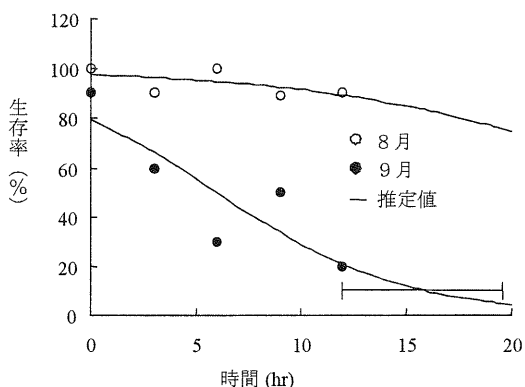


図-3 -4℃への曝露時間とワルナスビ実生の生存率との関係

推定値は時間と生存率(%)との間のロジスティック回帰式により計算した。水平線は、生存率が10%となる時間の95%信頼区間を示す。

(Nishida *et al.*²⁵⁾より作成)

年牧草地でワルナスビの有無を調査し、調査した草地（24ヵ所）の1/4でワルナスビが発生していたこと、ワルナスビが存在した草地の年平均気温は、存在しなかった草地のそれよりも有意に高かったことを明らかにした²⁹⁾。また、最寒3ヶ月の月平均気温が氷点下になるような草地では、ワルナスビが存在する確率は低いことがわかった。従って、相対的には寒冷な場所よりも、温暖な場所の方がワルナスビの侵入を受けやすいと言える。しかし、これは、先にも述べたように寒冷な場所にはワルナスビは侵入しないということではないので注意が必要である。

渡辺ら⁴⁹⁾は、栃木県北部の那須野ヶ原地域約20×20kmにおいて、ワルナスビを含む13種類の外来雑草の発生地点を、GPSにより記録した。それによると、イチビやショクヨウガヤツリなどは、分布が集中する傾向を見せたのに対し、ワルナスビは地域全体に分散して分布していた。また、発生地点の地目を、農耕地、非農耕地に分けると、イチビやショクヨウガヤツリの発生地点は9割以上が農耕地であるのに対し、ワルナスビでは、農耕地の発生地点は6割強にとどまるなど、農耕地以外でも広く生育している状況が明らかになった。さらに、小さなスケールでは、圃場ごとの分布⁴⁸⁾や河川敷での分布^{14, 18)}も研究されている。特に後者では、ワルナスビ集団の遺伝子解析も行われており、一つのかたまりに見える集団でも多様な遺伝子から構成されている場合も明らかになっている。今後、集団の遺伝子構成を明らかにすることにより、ワルナスビの伝播・拡散機構の解明につながるものが期待されている。

5. 防除法

農業生産に携わるものにとっては、雑草をい

かに防除するかが最大の関心事である。ワルナスビの被害が古くから認識されていた米国では、様々な除草剤について、ワルナスビへの効果が調べられてきた^{2, 4, 8, 40, 50, 51)}。また、日本でも竹松ら⁴⁴⁾や小野³⁶⁾の研究がある。それらによると、ピクロラム、トリクロピル、グリホサートおよびMDBA等がワルナスビに有効であるが、日本の農耕地で使えるのは後2者のみである（農薬登録内容検索データベース<http://www.jpnpn.ne.jp/nouyaku/frame02.html>）。しかも、グリホサートは非選択性で、使用場面は限定されており、MDBAも牧野、草地のみの登録で、秋期最終刈り後30日以内という制約があるため、ワルナスビの防除に有効な開花期に処理できない。

耕種的な防除法については、牧草地では、牧草の定着を促すため適期に播種すること、秋播きが行われる地域では、適期の内後半の播種が望ましいこと、牧草密度を維持するよう、適切な利用管理を行うこと、また、牧草地内の裸地をできるだけなくすための追播技術が有効であることが示唆されている^{25, 27, 30)}。これらは、ワルナスビの防除に限らず、雑草一般に対しての防除でもあり、極めて基本的なことではあるが、例えばエゾノギシギシと比較すると、牧草密度を高く保つことで、ワルナスビの侵入は格段に抑制できると推察される^{20, 25)}。また、トウモロコシ圃場では、ワルナスビの生育抑制を目的とした、ダイズのリビングマルチが有効である¹²⁾との知見や、ギニアグラスなど長大型の飼料作物を厚播きすることによりワルナスビの生育を非常に低く抑えられる²⁴⁾との知見が得られている。以上のように、ワルナスビの防除法が全くないわけではないが、一旦繁茂したワルナスビを防除するためには、特別な防除活動を必要とし、労力、費用の負担も大きい。従って、最

も効率的な防除法は、「侵入を防ぐ」こと、また「早期発見早期防除」である。種子による侵入は、完熟堆厩肥を使用することで予防でき、また、ワルナスビの形状および性質を知ることによって早期発見に結びつく。その意味で、本稿が何らかの形で役に立てば、幸いである。

引用文献

- 1) 阿部近一 (1990) 徳島県植物誌. 教育出版センター. 徳島. p. 491.
- 2) Albert, W. B. (1960) Control of horse-nettle (*Solanum carolinense*) in pastures. *Weed Sci.* 8, 680-682.
- 3) 浅井康宏 (1993) 緑の侵入者たち. 朝日新聞社. 東京. 294 pp.
- 4) Banks, P. A. and P. W. Santelmann (1978) Influence of subsurface layered herbicide on horsenettle and various crops. *Agro. J.* 70, 5-8.
- 5) Bassett, I. J. and D. B. Munro (1986) The biology of Canadian weeds. 78. *Solanum carolinense* L. and *Solanum rostratum* Dunal. *Can. J. Plant Sci.* 66, 977-991.
- 6) Bradbury, H. E. and R. J. Aldrich (1957) Survey reveals extent of horse-nettle infestation. *N. J. Agric.* 39(4), 4-7.
- 7) Enomoto, T. (1999) Naturalized weeds from foreign countries into Japan. In *Biological Invasions of Ecosystems by Pests and Beneficial Organisms* (Eds. E. Yano, K. Matsuo, M. Shiyomi and D. A. Anderson). NIAES, Tsukuba, pp. 1-14.
- 8) Gorrell, R. M., S. W. Bingham and C. L. Foy (1981) Control of horsenettle (*Solanum carolinense*) fleshy roots in pastures. *Weed Sci.* 29, 586-589.
- 9) 初島住彦 (1975) 琉球植物誌. 沖縄生物教育研究会. 那覇. P. 850.
- 10) 広島大学理学部附属宮島自然植物実験所・比婆科学教育振興会編 (1997) 広島県植物誌. 中国新聞社. 広島. p. 370.
- 11) 星川清親 (1985) 新編食用作物. 養賢堂. 東京. pp. 581-582.
- 12) 細谷肇・米本貞夫 (2003) 畦間被覆作物によるトウモロコシ畑のワルナスビ防除. 関東東海北陸農業 研究成果情報 平成14年度 I. 中央農業総合研究センター. つくば. pp. 110-111.
- 13) Ilnicki, R. D., T. F. Tisdell, S. N. Fertig and A. H. Furrer, Jr. (1962) Life history studies as related to weed control in the Northeast. 3. Horse-nettle. *Univ. R. I. Agric. Exp. Sta. Bull.* 368, pp.1-54.
- 14) 今泉智通・黒川俊二・汪光熙・安井康夫・伊藤操子 (2003) 非農耕地ワルナスビ集団の遺伝的変異. (1) AFLP分析による集団間変異と拡散様式. 雑草研究48(別), 162-163.
- 15) 神奈川県博物館協会編 (2001) 神奈川県植物誌2001. 神奈川県立生命の星・地球博物館. 小田原. pp. 1234-1235.
- 16) 河野昭一・井村治編 (1999) 環境変動と生物集団. 海游舎. 東京. 280 pp.
- 17) Kiltz, B. F. (1930) Perennial weeds which spread vegetatively. *J. Amer. Soc. Agron.* 22, 216-234.
- 18) 黒川俊二・今泉智通・伊藤操子・吉村義則 (2003) 非農耕地ワルナスビ集団の遺伝的変異. (2) 自家不和合性遺伝子の種類と種子生産性. 雑草研究48(別), 164-165.
- 19) 中山兼徳・高林 実 (1978) 畑の多年生雑

- 草・帰化雑草の発生と分布. 農業技術33, 533-536.
- 20) 梨木 守 (1995) 新播草地におけるエゾノギシギシの生態とその初期防除. 東北農試研報90, 93-153.
- 21) Nichols, R. L., J. Cardina and T. P. Gaines (1991) Growth, reproduction and chemical composition of horsenettle (*Solanum carolinense*). Weed Tech. 5, 513-520.
- 22) 仁木巖雄 (1963) 霜柱氷層による作物の被害ならびにその防除に関する研究. 農事試験報3, 125-168.
- 23) 西田智子 (2002) 飼料畑・草地における外来雑草の侵入. -外来雑草の飼料畑・草地への侵入と蔓延-. 日草誌48(2), 168-176.
- 24) 西田智子・北川美弥・梨木 守 (2002) 飼料作物の厚播きによるワルナスビへの抑制効果. 雑草研究47(別), 124-125.
- 25) Nishida, T., M. Kitagawa and Y. Yamamoto Effect of sowing date on overwintering and freezing tolerance of horsenettle (*Solanum carolinense* L.) seedlings. Grassland Sci. (in press).
- 26) Nishida, T. and N. Harashima (1995) Population dynamics of horsenettle (*Solanum carolinense* L.) shoots in pastures. Proc. 15th APWSS, 750-755.
- 27) Nishida, T., N. Harashima, M. Kitagawa and Y. Yamamoto (2003) Effect of cutting on the growth of horsenettle (*Solanum carolinense* L.) with or without over-seeded orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.). Grassland Sci. 49(1), 10-15.
- 28) Nishida, T., N. Harashima, N. Kitahara and S. Shibata (2000) Effect of temperature on germination behavior of horsenettle (*Solanum carolinense* L.) seeds. J. Weed Sci. Tech. 45(3), 182-189.
- 29) Nishida, T., N. Kitahara, N. Harashima, O. Watanabe and S. Shibata (1999) Factors affecting presence of horsenettle (*Solanum carolinense* L.) in pastures of central Japan. J. Weed Sci. Tech. 44(4), 356-360.
- 30) Nishida, T., N. Harashima, N. Kitahara, S. Shibata, M. Kitagawa and Y. Yamamoto (2004) Effect of sowing date and competition with orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) sown on the seed emergence and growth of horsenettle (*Solanum carolinense* L.). Grassland Sci. 49(6), 555-562.
- 31) Nishida, T., N. Shimizu, M. Ishida, T. Onoue and N. Harashima (1998) Effect of cattle digestion and of composting heat on weed seeds. JARQ32, 55-60.
- 32) 西田智子・清水矩宏・原島徳一・魚住順 (1994) 草地, 飼料畑への外来雑草種子の侵入経路とその遮断. 自給飼料20, 15-21.
- 33) 農林水産省流通飼料課監修 (1990) 飼料便覧. 農林統計協会. 東京. pp. 2-3.
- 34) 農林水産省畜産局 (1996) 草地管理指標. -草地の維持管理編-. -草地の土壤管理および施肥編-. 日本草地協会. 東京. pp. 56-57.
- 35) 小川恭男 (1998) 寒地・寒冷地における帰化植物の情報収集と動向予測. 強害帰化植物の蔓延防止技術の開発. 農林水産技術会議事務局. 東京. pp. 21-23.
- 36) 小野晃一 (2003) 採草地における外来雑草ワルナスビの生態及び防除法の検討. 関東雑草研究会第15回研究会講演要旨, 15-17.

- 37) 鮫島惇一郎・辻井達一・梅沢俊 (1993) 北海道の花. 北海道大学図書刊行会. 札幌. p. 346.
- 38) 生物学御研究所編 (1962) 那須の植物. 三省堂. 東京. p. 276.
- 39) 清水矩宏 (1995) 草地・耕地への強害外来雑草の侵入経路. 植調29(7), 274-283.
- 40) Smith, A. E. and G. V. Calvert (1980) Factors influencing the control of horse-nettle in perennial pastures. Univ. GA Res. Bull. 255, 3-15.
- 41) 鈴木金苗 (1975) ワルナスビの生態と防除. 植調9(6), 10-17.
- 42) 高林 実・窪田哲夫・安部 林 (1978) 牛の採食による雑草種子の伝播に関する研究. 農事試研報27, 67-91.
- 43) 武井 尚 (1997) ナス科. 長野県植物誌 (清水建美監修). 信濃毎日新聞社. 長野. pp. 903-905.
- 44) 竹松哲夫・近内誠登・竹内安智・一前宣正 (1979) 多年生雑草ワルナスビの生態特性と防除に関する研究. 宇都宮大学学術研究報告 10(3), 93-102.
- 45) 滝田謙謙 (2001) 北海道植物図譜. 滝田謙謙. 釧路. 1452 pp.
- 46) 辻 正章 (1906) 実用牧草新書. 有隣堂. 東京. pp. 83-84.
- 47) 浦川修司・出口裕二 (1999) トウモロコシ畑に侵入したワルナスビの拡散. 雑草研究44(別), 110-111.
- 48) 渡辺 修・黒川俊二・尾上桐子・吉村義則 (2002) 飼料作物の作付けからみた主要外来雑草の発生動向. 草地飼料作研究成果最新情報16, 55-56.
- 49) 渡辺 修・黒川俊二・佐々木寛幸・西田智子・尾上桐子・吉村義則 (2002) 地理的スケールからみた外来雑草の分布と発生パターン. Grassland Sci. 48(5), 440-450.
- 50) Whaley, C. M. and M. J. Vangessel (2002) Horsenettle (*Solanum carolinense*) control with a field corn (*Zea mays*) weed management program. Weed Tech. 16, 293-300.
- 51) Whaley, C. M. and M. J. Vangessel (2002) Effect of fall herbicide treatments and stage of horsenettle (*Solanum carolinense*) senescence on control. Weed Tech. 16, 301-308.
- 52) 吉岡重夫 (1964) 北九州市の植物. 北九州植物友の会. 北九州. p. 153.

日本帰化植物写真図鑑

清水矩宏・森田弘彦・廣田伸七／編著 B6判 548頁 本体価格4,300円

●帰化植物630余種を1,700余点のカラー写真で紹介。飼料作物畑の雑草害と対策も解説

全国農村教育協会
http://www.zennokyo.co.jp

〒110-0016 東京都台東区台東1-26-6
TEL03-3833-1821 FAX03-3833-1665