

## 多年生雑草ワルナスビ (*Solanum carolinense* L.) の根系による栄養繁殖

宮崎 桂

畜産草地研究所

**要 旨**：近年日本で増加している、北米南部原産の多年生雑草ワルナスビ (*Solanum carolinense* L.) は防除が困難である。広く深い根系による栄養繁殖がその要因であると考えられることから、根系の空間的構造、シュート発生とその制御機構、個体内の物質分配様式、およびそれらから明らかにされた栄養繁殖戦略を示した。ワルナスビでは、1. 根系は水平・垂直部より構成され、シュートは水平部から発生する、2. シュート発生の内的な抑制が強く、根からの発生期間は春の1ヶ月半に限られる、3. シュートの分布拡大は根よりも遅い、4. 多くの物質を根へ優先的に分配する、5. クローン個体において、シュートは根系よりも親株周囲に多くの物質を分配率する。したがって、ワルナスビの栄養繁殖戦略は低リスクの保守型であり攪乱およびストレス耐性が強いと考えられる。よって完全な除去には長期間必要であることを前提として、防除手段を選択する必要がある。

キーワード：栄養繁殖、クローン生長、雑草防除、保守型戦略、ワルナスビ (*Solanum carolinense* L.)

**Vegetative reproduction of horsenettle (*Solanum carolinense* L.) by its extensive root system : Katsura MIYAZAKI (National Institute of Livestock and Grassland Science)**

**Abstract**: Horsenettle (*Solanum carolinense* L.), a clonal perennial is native of the southern US, has been increasing as a serious weed in Japan. Control of the horsenettle is difficult because of clonal reproduction by its extensive root system. Therefore, whole structure of the root system, shoot emergence and its control mechanism within a clone, allocation pattern and strategy of vegetative reproduction were investigated. 1. The root system is composed of horizontal and vertical roots that are clearly divided. 2. Shoot emergence period is limited during one and half months of the spring because of its intensive intra-clonal control. 3. The shoots spread slower than the root system in a clone. 4. The root system has priority over other organs in dry matter allocation. 5. Dry matter allocation to the inside of a clone is higher than the outside in the shoots but not in the root system. Consequently, strategy of vegetative reproduction of horsenettle is conservative and tolerant to disturbance and stress. Therefore, eradication of horsenettle is not the purpose but the result of long and adequate control.

**Keywords**: Clonal growth, Conservative strategy, Horsenettle (*Solanum carolinense* L.), Vegetative reproduction, Weed management

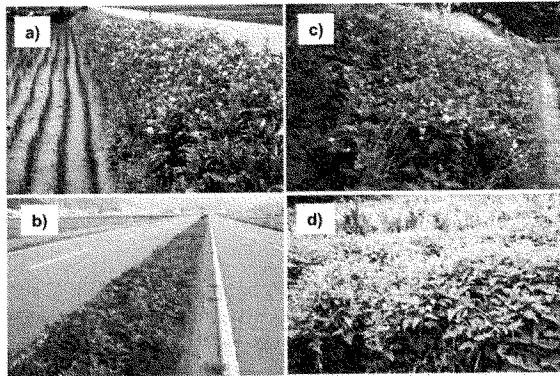
### はじめに

ワルナスビ (*Solanum carolinense* L.) は北米南部原産の、根系により栄養繁殖を行う多年生の雑草である。世界の冷温帯から暖温帯、日本では北海道から沖縄まで全土に分布している (Nishida, 2004) が、暖地に多い (Nishida et al., 1999; 伊藤, 1993)。ワルナスビは、放牧地、路傍、畦畔、河川敷、植え込み等、主に土壌攪乱の少ない土地および飼料畑に生育する (第1図)。葉脈や茎の鋭いとげ (第2図a) による放牧地での採食忌避、やぶの形成による畦畔等での土地利用効率の低下、有毒のしょう果 (第2図b) および茎葉の飼料をはじめとする収穫物への混

入による品質低下 (Banks et al., 1977; 千葉県畜産センター, 1998) 等、質的な雑草害をもたらす。他、小型のマメ科作物との競合が報告されている (Frank, 1990; Hackett et al., 1987)。

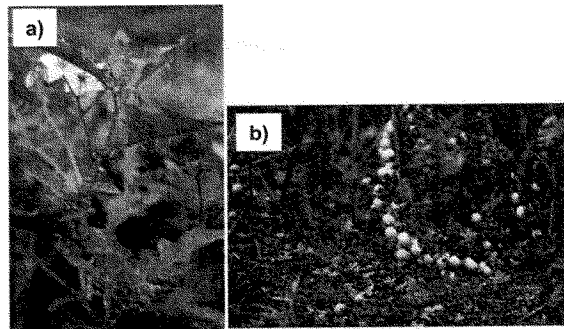
日本では、明治39年、千葉県成田市の御料牧場での記載が最も古い (辻, 1906) が、いくつかの報告から、一般に認識されたのは昭和初期と考えられる (西田, 2004)。1960年から70年代には永年草地 (猶原, 1965)、樹園地 (中山・高林, 1978)、畑地、非農耕地 (鈴木, 1975) で確認されており、難防除との認識 (竹松ら, 1979) もあったが、特に問題にならなかった。しかし1980年代後半の、飼料畑における外来雑

草の蔓延(清水, 2000; 西田, 2002)以来, ワルナスビは問題雑草として認識されるようになった。



第1図 ワルナスビの生育地。

a) 水田畦畔, b) 中央分離帯植え込み, c) 河川敷, d) 飼料用トウモロコシ畑。



第2図 ワルナスビの質的な雑草害をもたらす部位。

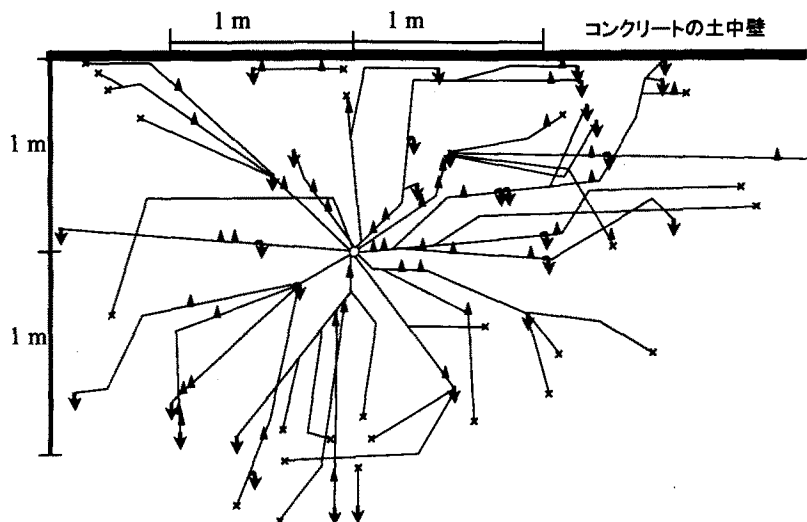
a) とげ, b) 成熟した果実。果実の他, 茎葉にもソラニンを含む。

ワルナスビの栄養繁殖体である根系は広く深いため, 原産地の北米では古くから難防除雑草として知られており (Klitz, 1930), 移行性茎葉処理除草剤による防除が検討されてきた。シュートや根に対する抑制効果は, 植物ホルモン様の作用をもつジカンバ, トリクロピル, ピクロラム等が高く (Gorrel et al., 1981; Wehtje et al., 1987), 日本でも同様の結果が出ている (小野, 2004) が, 使用登録はほとんどが非農耕地に限られている。そして難防除の要因である栄養繁殖特性が詳しく記述された例はなく, モノグラフ中の一部に示されているに過ぎない (Ilinicki et al., 1962; Basset and Munro, 1986; 西田, 2004)。ワルナスビは肥厚する根が広く深く伸長すること, そこからのシュート発生が難防除の主要因であることから, 根系の空間的構造とシュートの配置, シュートの発生とその制御機構, 個体内の物質分配様式およびそこから推定される栄養繁殖戦略を示した。

### 根系の空間的構造とシュートの配置

ワルナスビの栄養繁殖体は根であり, 茎ではない。したがって, 根茎, 地下茎との記述 (竹松ら, 1979) は誤りである。根の不定芽は不定根と同様内鞘に形成され, 構造上の直接の制約はなく, 根系内のいずれの位置にも形成されうる。

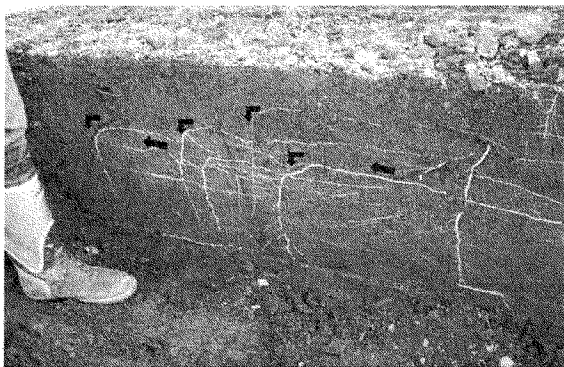
ワルナスビの根は親株から水平放射状に広がる (第3図)。各根は垂直部の上方から発生して, 土壌表面に沿って水平伸長し, 先端が湾曲して



第3図 根断片から1年育成したワルナスビの地下器官系の水平分布。

線: 根の水平部, 直線下向き矢印: 根の垂直部, 鍵型下向き矢印: 分岐垂直根, 上向き三角: シュート, バツ: その先も根は続いていたが, 調査できなかった部分。水平根上に多くの休止シュートが見られたが, ここでは省略した。(Miyazaki and Ito 2004より作成)

ほぼ垂直に下降して終わる(第4図). 垂直の根は水平部の途中からも所々発生する. 根系は明確に分かれたこれらの水平・垂直根により形成される. 1年間育成した例では, 根系は水平に半径約1.5m, 垂直に約80cmまで(Miyazaki and Ito, 2004), 2年間育成した例では, 水平に半径約5.8m, 垂直に約1.3mまで広がった(宮崎ら, 2004). ただし土壌条件によって伸長速度も異なり, このように明確な構造にならないこともある. ワルナスビは北米南部の原産であり, 干ばつにより周囲の草本がほぼ全て枯死した際にも生存していたことから, 深くまでの垂直伸長は乾燥への適応と考えられる(Bradbury and Aldrich, 1957).



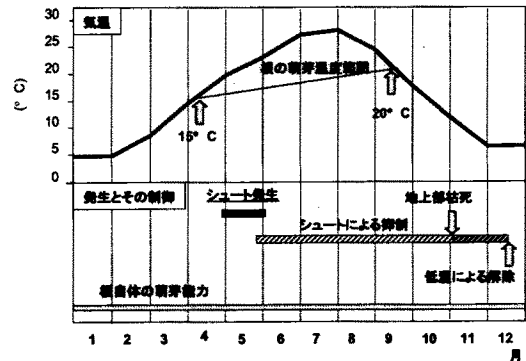
第4図 ワルナスビのクリーピングルート. 垂直面の様相.

インタクトな根系では, シュートの多くは水平部から発生し(第3図), 垂直部の下方からは発生しない. また, 水平部は垂直部よりも根断片の萌芽能力が高い傾向があることから, シュート発生能力は総じて水平部が高いと考えられる. そして長さあたりの根の乾物重は, 水平部よりも垂直部の方が大きく, 垂直部に多く物質を貯蔵する. したがってワルナスビは, 栄養繁殖の機能を根系の部位により分担していると推察される(宮崎ら, 2004).

このように栄養繁殖能力をもち, 水平・垂直に広がる根は, クリーピングルートと呼ばれる. クリーピングルートは欧米の雑草学では慣用的な学術用語として定着している(Anderson, 1999). クリーピングルートをもつハギクソウ(*Euphorbia esula* L.)は侵入種(ISSG Global invasive species database), セイヨウトゲアザミ(*Cirsium arvense*(L.) Scop.)およびセイヨウビルガオ(*Convolvulus arvensis* L.)は世界の強害雑草とされており(Holm et al., 1979), 他にも難防除として認識される雑草種が多い(Anderson, 1999).

### シュート発生とその制御

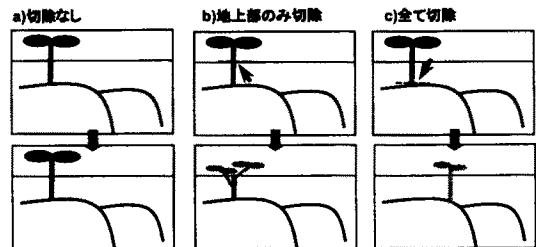
京都市内におけるインタクトなワルナスビのシュート発生と制御の季節性を第5図に整理した.



第5図 ワルナスビのシュート発生とその制御の季節性. 京都市の例. 気温は1999年から2003年の平均. (宮崎 2005より作成)

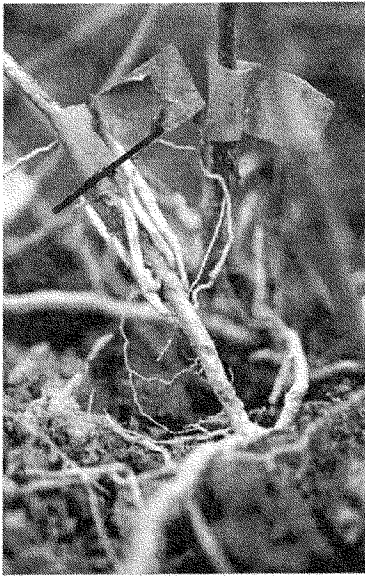
ワルナスビの根自体は休眠せず, 1年中萌芽能力をもつため, 外気温が萌芽可能温度範囲の約15°Cに達する4月中旬に, 土中で萌芽し始め, 4月下旬に地上にシュートが出現する. その後, 根系内で既に地上に発生しているシュートが新たなシュート発生を内的に抑制するので, 6月上旬にはシュート発生は停止する. 生長期間中もシュートによる発生の抑制は続き, さらに9月中には, 根の萌芽可能範囲よりも外気温が低下し, 発生は個体内部と環境の2種の要因により抑制される. 11月の初旬にシュート地上部が枯死するが, 地下部は枯死せず生存し, 抑制が続く. その後越冬中に低温に遭遇すると抑制は解除され, 根系はシュート発生が可能な状態で春を迎える.

同一根系内のシュートによる新シュート発生の内的な抑制の機構を, シュートの切除位置が根からのシュート再生におよぼす影響により示した(第6図).



第6図 シュート切除位置によるシュート再生の違い. 灰色は切除後の再生シュートを示す. (Miyazaki et al. 2005より作成)

萌芽適温でも、インタクトな状態であれば根からシュートは発生しない(第6図-a)。それに対し、シュートを地下部も含め全体で切除すると、根系の異なる位置からシュートが再生する(第6図-c)。通常の刈り取りのように地上部だけ切除すると、シュートは切除した茎からのみ再生し、根からは再生しない(第6図-b)。したがってワルナスビでは、刈り取りによるシュート本数の増加はみられないが、基部からシュートを再生すると分枝が増加するため、被度も増加すると考えられる。



第7図 越冬した地下茎から発生する複数のシュート (4月中旬)。

黒線より下方は土中に存在していた部分。

また、インタクトな状態で越冬した地下茎部は、春に数本のシュートを発生させる(第7図)ことから、それ自体が根とは空間・時間的に異なるパターンの栄養繁殖機能を担っていると推察される。シュート発生が春に限定されるワルナスビは、生育期間中発生が続くセイヨウトゲアザミやセイヨウヒルガオ(Moore, 1975; Donald, 1994)よりも、内的に強く抑制されていると考えられる。攪乱やストレスを加えた時の発生パターンは、シュート発生の内的な制御様式に影響されるので、その解明は防除上重要である。

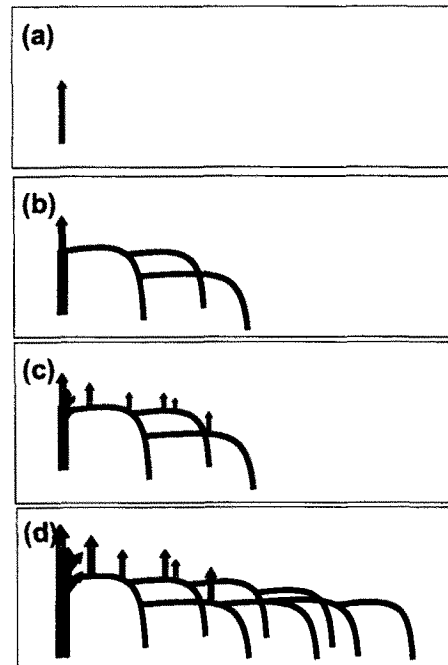
**個体の物質分配様式**

ワルナスビは、定着のごく初期を除き、常に個体乾物重の50%以上を根系が占める。春に根系からシュートを発生させる際にも消費される貯蔵物質はごくわずかで、根系は経年的に生

長していく。根の生長はシュートおよび果実(第2図b)の生長と平行して起こる。シュート生長が停止する秋季には、シュートで生産されるもしくはシュートに存在する物質の多くが、根系に移行する。そして低頻度のシュートの刈り取りは、シーズン中に形成される果実量を減少させるものの、根量には影響しない。ワルナスビの根系に貯蔵・越冬・シュート発生・クローンの移動等、多様な栄養繁殖機能が存在することは、特に根に多く物質を分配する性質をもつことによる。

**ワルナスビの栄養繁殖戦略**

これまで述べたようにワルナスビは、1. 多くの根は移動能力のある水平部分に物質貯蔵能力のある垂直部分をセットとしてもち、根系全体が攪乱に耐性のある構造である、2. シュート発生抑制程度が高く、発生期間が限られる、3. シュートの分布拡大は根よりも遅い(第8図)、4. 根系は優先的に物質が分配される、5. シュートは根に比べ、親株周囲への物質分配率が高く、外方に分配される割合が少ない(宮崎ら, 2004)。したがって、ワルナスビの栄養繁殖戦略は低リスク保守型であり、攪乱およびストレス耐性が強いと考えられる。



第8図 ワルナスビのシュートと根系の拡大。

(a)は1年目の夏、(b)は1年目の秋、(c)は2年目の春、(d)は2年目の秋。上向きの矢印シュートを、線は根を表す。秋にはシュートよりも根系の方がクローン個体の外方に広がる。(宮崎 2005より作成)

## おわりに

雑草を防除する現場のあり方は多様で、防除の方向性と直接的な弱点が時と場合に応じて必要となる。ある種の防除上の弱点はその手段の視点からみた生態的特性に存在し、防除の方針は進化的背景を反映した適応戦略から判断される。まず、ここまで述べたワルナスビの個々の生態的特性から、1. 秋は物質が根だけに移動するので、移行性茎葉処理剤や刈り取りの効率が低い、2. 根系内のシュート間に相関が存在するので、移行性茎葉処理剤の使用法によっては、クローン全体のシュートを枯死させることができる、3. 物質がクローン個体の中心に多く分配されるので、シュート密度が高いパッチへの除草処理はクローン個体全体の防除には効率がよい、ことが防除上の具体的な留意点として示される。そして保守的な栄養繁殖戦略は、生育地での完全な除去には長期間必要であることを意味している。したがってワルナスビの防除には効率の高い手段を選択することが必要である。

## 謝辞

本論の御校閲を賜りました、畜産草地研究所草地管理研究室の西田智子氏および中央農業総合研究センター畑雑草研究室の浅井元朗氏に、心から感謝の意を申し上げます。

## 引用文献

- Anderson, W.P. 1999. Perennial Weeds. Iowa State University Press, Ames. pp3-11: 103-172.
- Banks, P.A., Kirby, M.A., Santelmann P.W. 1977. Influence of postemergence and subsurface layered herbicides on horsenettle and peanuts. Weed Sci. 25: 5-8.
- Bassett, I.J., Munro, D.B., 1986. The biology of Canadian weeds. 78. *Solanum carolinense* L. and *Solanum rostratum* Dunal. Can. J. Plant Sci. 66: 977-991.
- Bradbury, H.E., Aldrich, R.J. 1957. Survey reveals extent of horse nettle infestation. New Jersey Agric. 39(4): 4-7.
- Donald, W.W. 1994. The biology of Canada thistle (*Cirsium arvense*). Rev. Weed Sci. 6: 77-101.
- Frank, J.R. 1990. Influence of horsenettle (*Solanum carolinense*) on snapbean (*Phaseolus vulgaris*). Weed Sci. 38: 220-223.
- Gorrell, R.M., Bingham, S.W., Foy, C.L. 1981. Control of horsenettle (*Solanum carolinense*) freshly roots in pastures. Weed Sci 29: 586-589.
- Hackett, N.M., Murray, D.S., Weeks D.L. 1987. Interference of horsenettle (*Solanum carolinense*) with peanuts (*Arachis hypogaea*). Weed Sci. 35: 780-784.
- Holm L.G., Plucknett, D.L., Pancho, J.V., Herberger, J.P. 1979. The World's Worst Weeds. The university press of Hawaii, Honolulu.
- Illicki, R.D., Tisdell, T.F., Fertig, S.N., Furrer Jr., A.H. 1962. Life history studied as related to weed control in the northeast 3. horsenettle. Rhode Island Agric. Experimental station, Kingston. Bull. No.368.
- ISSG Global invasive species database. <http://www.issg.org/database>
- 伊藤操子 1993. 雑草学総論. 養賢堂, 東京. p28.
- Klitz, B.F. 1930. Perennial weeds which spread vegetatively. J. Ame. Soc. Agron. 22: 216-234.
- Miyazaki, K., Ito, M. 2004. Root system structure and shoot arrangement of 1-year-old *Solanum carolinense* L. Weed Biol. Manag. 4: 122-125.
- 宮崎桂, 伊藤操子, 三浦励一 2004. ワルナスビの地下器官系の分布拡大様式. 雑草研究 49(別): 32-33.
- Miyazaki, K., Ito M., Urakawa, S. 2005. Seasonal pattern of shoot emergence and its endogenous control in horsenettle (*Solanum carolinense* L.). Weed Biol. Manag. 5: 14-18.
- 宮崎桂 2005. 多年生雑草ワルナスビの根系構造と栄養繁殖機能に関する研究. 京都大学博士論文.
- Moore, R.J. 1975. The biology of Canadian weeds. 53. *Cirsium arvense* (L.) Scop. Can. J. Plant Sci. 55: 1033-1048.
- 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.
- 猶原恭爾 1965. 日本の草地社会. 養賢堂, 東京. p205.
- Nishida, T., Kitahara, N., Harashima, N., Watanabe O., Shibata, S. 1999. Factors affecting presence of horsenettle (*Solanum carolinense* L.) in pastures of central Japan. J. Weed Sci. Tech. 44(4): 356-360.
- 西田智子 2002. 飼料畑・草地における外来雑草の侵入。一外来雑草の飼料畑・草地への侵入と蔓延一。日草誌 48(2): 168-176.
- 西田智子 2004. 分布域を拡大している強害雑草ーワルナスビー. 植調 38(4): 15-23.
- Nishida T. 2004. Studies on the invasion process of horsenettle (*Solanum carolinense* L.) via seeds in pastures. Ph.D Thesis, Kyoto University.
- 小野晃一 2004. 採草地における外来雑草ワルナスビに対する除草剤連年処理試験. 関東雑草研究会報 15: 14-18.
- 清水矩宏 2000. 新たに侵入している強害外来雑草の農耕地へのインパクト. 生物科学 52(1): 17-28.

鈴木金苗 1975. ワルナスビの生態と防除. 植調  
9(6): 10-17.  
竹松哲夫, 近内誠登, 竹内安智, 一前宜正 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. 宇都宮大学農学部学術報告 10: 93-102.  
千葉県畜産センター 1998. 飼料畑等における強害外  
来雑草被害防止の緊急対策技術の確立／地域重要

新技術. 開発促進事業研究報告.  
辻正章 1906. 実用牧草新書. 有隣堂, 東京.  
Wehtje, G., Wilcut, J.W., Hicks, T.V., Sims, G.R. 1987.  
Reproductive biology and control of *Solanum*  
*dimidiatum* and *Solanum carolinense*. Weed Sci. 35:  
356-359.