

ゴボウえ死斑によるキタネグサレセンチュウ圃場密度の推定と ニンジンの被害予測への応用

伊藤賢治*1・水久保隆之*1・渡邊貴由*2・皆川 望*3

目 次

| | | | |
|-------------------------------|----|-------------------|----|
| I はじめに | 17 | 2. ゴボウによるニンジン被害予測 | 19 |
| II 材料と方法 | 18 | IV 考察 | 21 |
| 1. ゴボウによるキタネグサレセンチュウの 密度推定 | 18 | V 摘要 | 22 |
| 2. ゴボウによるニンジン被害予測 | 18 | 引用文献 | 22 |
| III 結果 | 18 | Summary | 24 |
| 1. ゴボウによるキタネグサレセンチュウの 密度推定 | 18 | | |

I はじめに

キタネグサレセンチュウ *Pratylenchus penetrans* COBB は九州以北の日本全土に分布する有害線虫で、特にダイコン、ニンジン、ゴボウなどの根菜類での被害が大きい^(1,7)。これらの作物の栽培前に土壌中の線虫密度を把握することは、作付後の被害予測や、被害回避のための防除対策の策定に不可欠であるが、線虫分離装置や顕微鏡を持たない農家には実質的に不可能である。

キタネグサレセンチュウに加害されたダイコンには白斑症状が、ゴボウにはしみ症状が線虫の密度に比例して現われることが知られている。このことから、被害程度から線虫密度の目安の推定が可能と考えられる。これまで、キタネグサレセンチュウの植物検診はダイズとゴボウで試みられた^(5,6)。ゴボウの幼苗による検診法では、形成されたえ死斑数と線

虫密度との間に正の相関が認められたが⁽⁵⁾、その有意性は低く、線虫密度の推定には利用されていない。またこの報告では、滅菌土と線虫汚染土を混和して密度を調整した土壌を用い、温室内のポットで試験を実施しているが、より実際の圃場場面に近い屋外のポットで、土壌中に定着した線虫数との関係を調べる必要が残されていた。

本研究では、土壌中のキタネグサレセンチュウ密度の簡易推定法を確立するために、ゴボウの3週間苗を用いてえ死斑数とキタネグサレセンチュウ密度の関係を解析した。さらに、後作のニンジンにおけるキタネグサレセンチュウ被害と作付前のゴボウえ死斑との関係を調査し、ゴボウえ死斑数を初期線虫密度の代用として被害予測に応用可能か検討した。

平成14年9月27日受付 平成15年7月16日受理

*1 虫害防除部

*2 片倉チッカリン株式会社

*3 現 九州沖縄農業研究センター

II 材料と方法

1. ゴボウによるキタネグサレセンチュウの密度推定

1) 試験区

試験は、つくば市観音台にある農業研究センター(現中央農業総合研究センター)場内の屋外に設置した50×50×50cmのコンクリートポットを用いて行った。ポット内の土壌(淡色黒ボク土)はあらかじめD-D処理により線虫を除去し、1999年7月27日に茨城県筑波郡谷和原村から採取したキタネグサレセンチュウ汚染土を、線虫密度が土壌20gあたりそれぞれ1,5,10,15,30頭となるように混和した(30頭区は8ポット,他の密度は各10ポット)。また、12ポットは対照として、線虫を混和しない0頭区とした。各密度区は、1番から60番のポットにランダムに配置した。その後約4ヶ月間(7月28日から11月30日まで)ニンジン(向陽2号)を栽培し、線虫を定着させた。ニンジン栽培終了後から本実験開始までの約5ヶ月半の間は裸地状態(無除草)とした。線虫の定着状況は、試験開始時(ゴボウ播種時)で土壌20gあたり0~137頭(平均16.2頭)であった。

2) ゴボウによる密度推定

ゴボウの品種は滝野川(トーホク)、てがる(商品名「サラダむすめ」:タキイ種苗)、柳川理想(柳川採種研究会)、渡辺早生(タキイ種苗)の4品種を用い、それぞれの品種を各ポットに3株ずつ、合計12株栽培した(渡辺早生は1番から45番のポットのみで栽培。滝野川とてがるは全ポットで栽培したが、それぞれ27番(10頭区)、24番(0頭区)のポットで欠株となった)。株間は12cmの格子状に配置した。播種は2000年5月19日、掘り取り調査は3週間後の6月9日に行った(この期間の平均地温は22.6℃)。なお、掘り取り時のゴボウの生育状況は多くの個体で第3本葉の展開開始期であった。

掘り出したゴボウの根は支根を取り除き、丁寧に水洗した後、主根のえ死斑数を実体顕微鏡下で計数した。え死斑は支根にも見られたが、支根は掘り取り時に切断されやすく正確な評価が困難であったため除外し、主根についても掘り取り時の切断による影響を排除するために、主根1cmあたりのえ死斑数を算出してその後の解析を行った。なお本実験では、え死斑との区別が難しい微小な表面だけの傷についてはえ死斑として扱い、また、近接した複数が合体した大型え死斑は、可能な限り合体した個々のえ死斑を推定して計数した。

3) 線虫分離法による密度推定

ゴボウ播種前日の5月18日に、線虫密度調査のために土壌を採取した。土壌は直径2.5cmの採土杖で深さ5~15cmの層を各ポット4ヶ所ずつ採取し、よく混和してから分離に供した。線虫はベルマン法(土壌20g供試,25℃,72時間)で分離し、キタネグサレセンチュウ数を調査した。また、1番から36番のポットについては二層遠心浮遊法(土壌10g供試)でも線虫分離を行った。

2. ゴボウによるニンジン被害予測

ゴボウ栽培終了後、各コンクリートポットでニンジン(向陽2号)を栽培した。2000年7月27日に播種し、各ポット4株ずつ(株間20cm)栽培して18週間後に肥大根の被害症状と収量を調査した。被害調査項目は、ニンジン表面の傷、岐根、裂開とした。なお、栽培は慣行に準じて行い、夏期は適宜灌水を行った。

また、ニンジン栽培前後の7月24日と11月30日に採土を行い、ベルマン法でキタネグサレセンチュウ密度を調査した。

III 結果

1. ゴボウによるキタネグサレセンチュウの密度推定

キタネグサレセンチュウのえ死斑は、表皮だけでなく表皮下の細胞も褐変することを特徴とし、大きなものは肉眼でも容易に確認できた(Fig. 1)。また、

線虫密度が高いポットで栽培したゴボウでは、根の先端がえ死によって腐敗、脱落した個体も見られた。

供試した4品種に現われたえ死斑数と対数変換したベルマン法によるキタネグサレセンチュウ数との間には有意な直線関係が認められた(Fig. 2)。4品

種の中で回帰の決定係数 (r^2) が0.652ともっとも高かったのはてがるで、次いで渡辺早生が0.638であった。逆に最も低かったのは柳川理想の0.450であった。



Fig. 1. Necrotic spots on primary root of 3 weeks old edible burdock caused by *Pratylenchus penetrans*. Cultivar of edible burdock is Takinogawa.

二層遠心浮遊法では、供試した土壌が少ないためにベルマン法に比べて分離線虫数が少なかったが、両分離法による線虫数の相関は高く ($r=0.910$, $n=36$)、ゴボウえ死斑数と二層遠心浮遊法の分離線虫数との直線関係はベルマン法の場合と同様の傾向であった (Fig. 3)。

2. ゴボウによるニンジン被害予測

ポットで栽培したニンジンの表皮にはキタネグサレセンチュウ加害による長さ1～3 mmの小裂が認められた (Fig. 4)。この小裂のニンジンにおける発症程度 (0:被害無し, 1:小裂が10個未満が目立たない, 2:一見して小裂が目立ち縦方向の亀裂を伴うものもみられる, 3:小裂が多く見られる, 4:小裂がニンジン表面全体に分布) から計算した被害度指数 [\sum (発症程度別株数×発症程度) / (調査株数×4) ×100] は、ニンジン播種時の線虫密度との間に正の相関 (Spearmanの順位相関係数

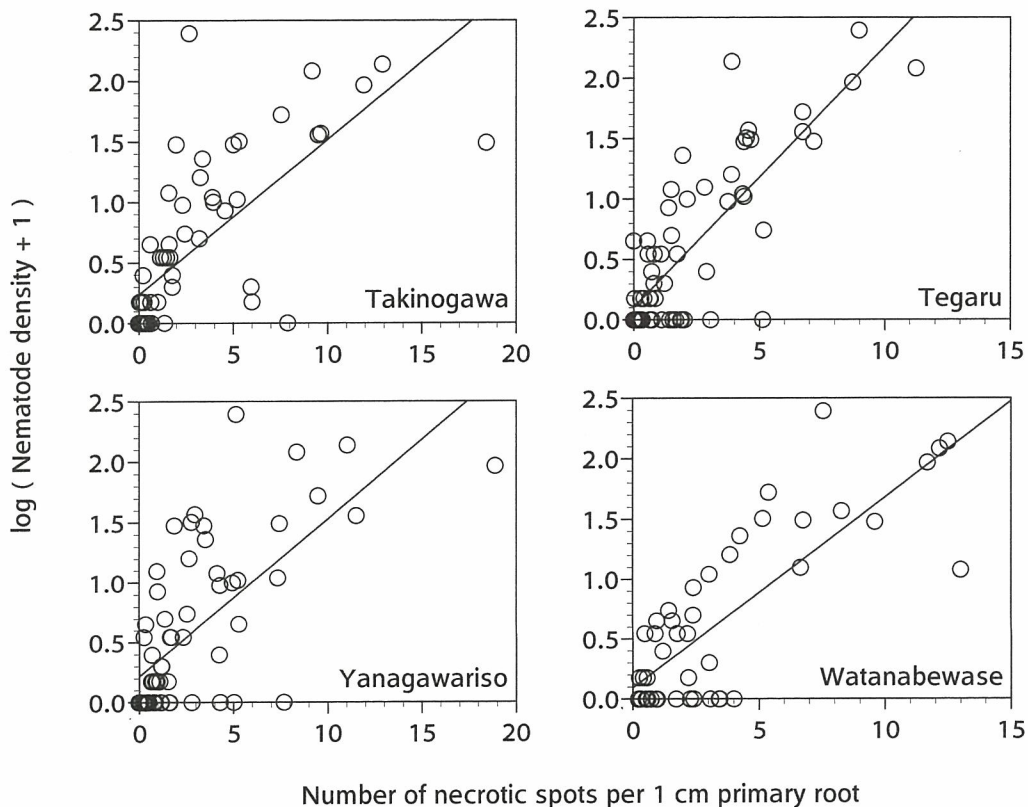


Fig. 2. Relationship between the number of necrotic spots on edible burdock (x) and population density of *Pratylenchus penetrans* (y). Four cultivars of edible burdock were grown in microplots infested with the nematode for 21 days. Soil samples were collected just before sowing edible burdock and nematodes were extracted from 20g soil by Baermann funnel technique.
Takinogawa; $y=0.13x+0.24$, $r^2=0.511$, $P<0.001$, $n=59$. Tegarū; $y=0.22x+0.11$, $r^2=0.652$, $p<0.001$, $n=59$.
Yanagawariso; $y=0.13x+0.22$, $r^2=0.450$, $p<0.001$, $n=60$. Watanabewase; $y=0.16x+0.09$, $r^2=0.638$, $p<0.001$, $n=45$.

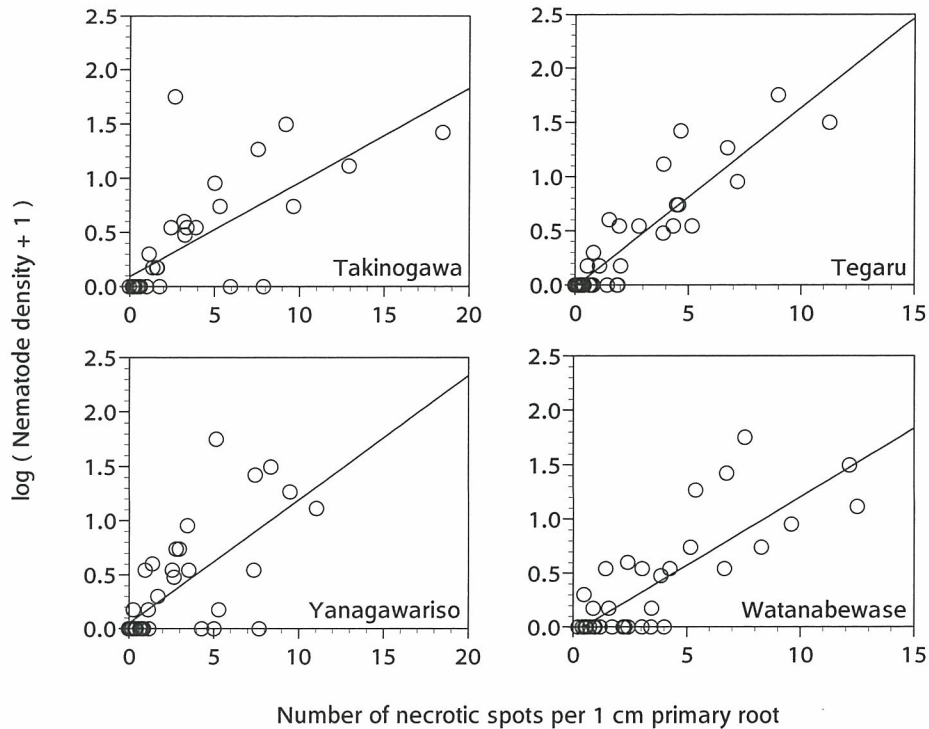


Fig. 3. Relationship between the number of necrotic spots on edible burdock (x) and population density of *Pratylenchus penetrans* (y). Four cultivars of edible burdock were grown in microplots infested with the nematode for 21 days. Soil samples were collected just before sowing edible burdock and nematodes were extracted from 10 ml soil by double-layer centrifugal flotation method. Takinogawa; $y=0.09x+0.09, r^2=0.506, p<0.001, n=35$. Tegarū; $y=0.17x+0.02, r^2=0.817, p<0.001, n=35$. Yanagawariso; $y=0.11x+0.05, r^2=0.467, p<0.001, n=36$. Watanabewase; $y=0.13x+0.06, r^2=0.659, p<0.001, n=36$.



Fig. 4. Damage on carrot taproot caused by *Pratylenchus penetrans*.

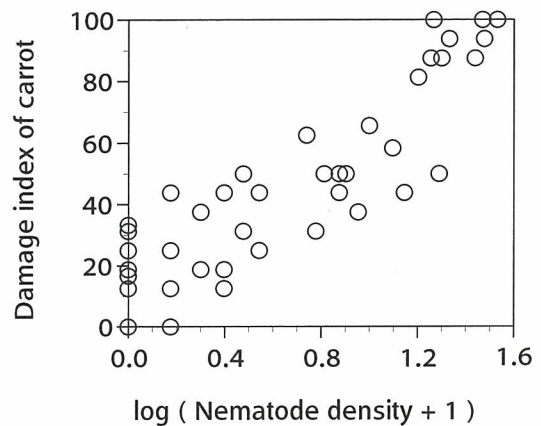


Fig. 5. Relationship between population density of *Pratylenchus penetrans* and damage index of carrot taproot. Soils were sampled just before sowing carrot, and nematodes were extracted from 20g soil by Baermann funnel technique. $r_s=0.88, p<0.001, n=59$. Damage index= average damage level \times 100, where damage levels are 0; no damage, 1; few scratches can be detected upon close examination, 2; scratches are easily detectable but not so many, 3; many scratches with vertical cracks, 4; scratches cover whole tap root.

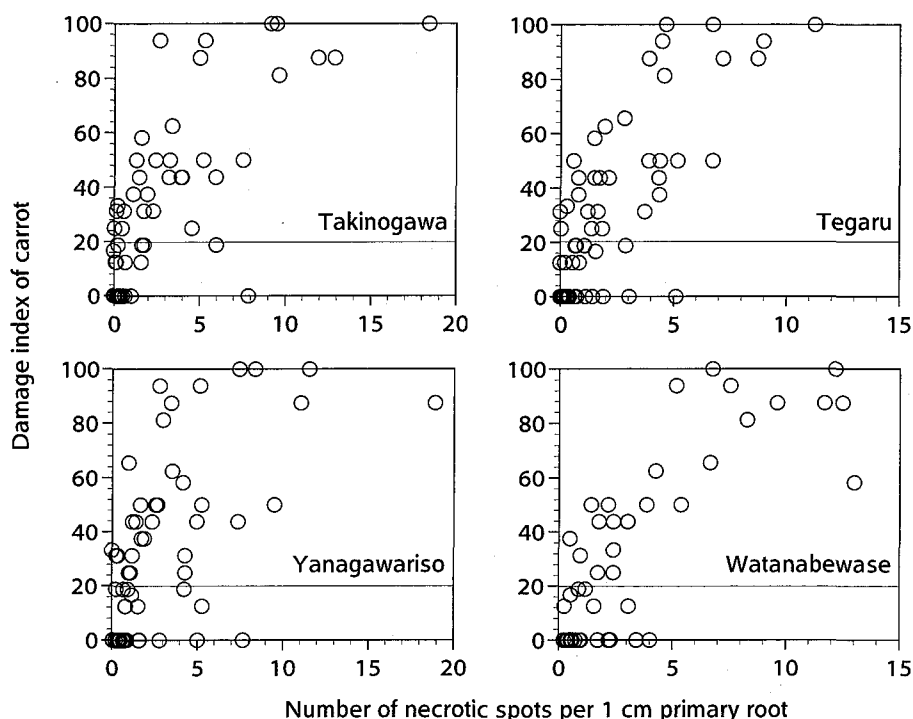


Fig. 6. Relationship between the number of necrotic spots on edible burdock root and the damage of scuseeding carrot caused by *Pratylenchus penetrans*. The line of equation $y = 20$ means tolerable injury level of carrot. Takinogawa; $r_s = 0.751$, $p < 0.001$, $n = 58$. Tegarū; $r_s = 0.691$, $p < 0.001$, $n = 58$. Yanagawariso; $r_s = 0.593$, $p < 0.001$, $n = 59$. Watanabewase; $r_s = 0.742$, $p < 0.001$, $n = 44$.

$r_s = 0.877$, $p < 0.001$, $n = 59$) が認められた (Fig. 5). また、前作のゴボウえ死斑数との間にも有意な正の相関がみられた (Fig. 6).

裂開と岐根は調査株全216株中それぞれ26株、6株観察されたが、線虫密度との間に明確な関係は認められなかった。

IV 考 察

キタネグサレセンチュウの加害によるえ死斑は播種後3週間のゴボウにも発症し、ベルマン法および二層遠心浮遊法で分離したキタネグサレセンチュウ数の対数変換値とゴボウのえ死斑数との間には直線関係が認められた。このことから、ゴボウ幼苗のえ死斑数は土壤中の線虫密度を反映しており、ベルマン法あるいは二層遠心浮遊法の代用として線虫密度を推定する指標となりうる。

一方、Fig. 2 より明らかなように、え死斑と線虫密度の直線関係には大きなばらつきが見られ、推定精度は高くない。また、ベルマン法による分離虫数が0のポットでも一部ではえ死斑がカウントされた。これらのえ死斑は、ベルマン法の検出限界より低い密度の線虫による被害である可能性と、誤判定の可能性が考えられる。前者であれば、線虫の検出

感度が高いというメリットになりうるが、後者であれば推定値に誤差が生じる原因となる。本試験では、疑わしい傷もえ死斑として計数しており、Fig. 2 でみられる誤差の多くは誤判定が原因と考えられる。え死斑の判定基準を厳密にすることで、誤差を小さくすることができるであろう。

え死斑の判定基準と合わせて、ゴボウの栽植密度や調査株数も推定精度に大きくかわる問題である。今後、これらの検討を進めることにより、推定精度が高まることが期待される。

線虫密度とえ死斑との回帰は供試した4品種すべてで有意であったが、回帰式の傾きは滝野川とてがるでは約2倍の差がみられた (ベルマン法では滝野川が0.13に対しててがるが0.22、二層遠心浮遊法ではそれぞれ0.09と0.17)。線虫加害に対する検出感度

に品種間差が考えられ、滝野川を用いた方が線虫数の変化をより鋭敏に検出できる可能性がある。しかし、滝野川と線虫数の回帰式の決定係数は4品種の中では低めの0.511（ベルマン法）であり、線虫数を推定するには、決定係数の高かったてがるや渡辺早生の方が適していると考えられる。

決定係数が最も高かったてがるの回帰式を用いて、主な作物の被害許容水準（初期密度）^(3,7)をえ死斑数に換算すると、ダイコンでは2.6個/cm、ニンジンでは2.5個/cmとなった。

実際にゴボウ後に栽培したニンジンの被害症状はゴボウ幼苗に現れたえ死斑数と有意な正の相関があり、線虫の初期密度を調べるかわりにゴボウえ死斑による検診を行うことで、後作の被害程度の予測が可能であることが示された。

ニンジン表皮の発症程度は2以上になると外観形質の劣化が目立つ上、流通過程での腐敗も発生しやすくなるため商品価値が失われる。換言すれば、商

品価値があるのは発症程度が1以下のものに限られ、圃場の平均では被害度指数を20未満に抑えることが重要となる。Fig. 6から、ゴボウのえ死斑が2個/cm以上観察された圃場でニンジン栽培すると、ニンジンの被害指数が20以上になる確率が高まり、5個/cmを超えるとほぼ確実に被害が発生することがわかる。被害許容水準をてがるのえ死斑に換算した値（約2.5個/cm）はこの範囲に入っており、精度は低いものの、ゴボウのえ死斑数が線虫密度の代替として利用可能であることが判明した。

ニンジンの被害症状には、本試験でみられた表皮の小裂の他、岐根と寸づまりがよく知られているが、これらの症状は高密度条件下で発生するため^(2,4,8)、本試験の条件下ではほとんど観察されなかった。しかし、低密度で発生する表皮の症状と相関がみられたゴボウのえ死斑は、より高密度で発生する岐根・寸づまり症状の発生予測にも有効であると考えられる。

V 摘 要

土壤中のキタネグサレセンチュウ密度の簡易推定法を検討するために、ゴボウによる植物検診を試みた。播種3週間後のゴボウ苗のえ死斑数（主根1cm当たりのえ死斑数）は、ベルマン法または二層遠心浮遊法により調査したキタネグサレセンチュウ数の対数変換値と有意な直線関係があった。また、ゴボウのえ死斑数は後作のニンジンの被害症状の程

度と有意な正の相関がみられた。え死斑数と線虫密度・ニンジンの被害症状との関係には大きなばらつきがみられるため、精度の高い推定値とはならないが、ゴボウのえ死斑の有無でキタネグサレセンチュウの発生程度と被害の程度を推定することができる。4品種供試したゴボウのうち、てがると渡辺早生の2品種が植物検診に適していた。

引 用 文 献

- 1 後藤昭 (1974) 本邦におけるネグサレセンチュウ *Pratylenchus* spp. の地理的分布. 九州農業試験場報告, 17 (2), 139-224.
- 2 萩谷俊一・三井康 (1977) 3種ネグサレセンチュウの接種頭数とニンジンの被害. 日本線虫研究会誌, 7, 78-79.
- 3 萩谷俊一・篠原茂幸・白崎隆夫 (1982) ニンジン栽培畑におけるキタネグサレセンチュウの発生消長とマリーゴールドの導入効果. 千葉農試研報, 23, 21-29.
- 4 萩谷俊一・渡辺政夫・鶴澤博 (1978) ニンジンのキタネグサレセンチュウに対するディ・トラベックス油剤の防除効果. 関東東山病害虫研究会年報, 25, 128-129.
- 5 水久保隆之・皆川望・相場聡・伊藤賢治 (2000) ゴボウ主根におけるえ死斑病斑密度とキタネグサレセンチュウ初期密度の相関. 関東病虫研報, 47, 169-171
- 6 岡山勇・内田繹・岸春雄・相原次郎・長谷川和男・近岡一郎 (1968) ダイズによるキタネグサレセンチュウの植物検診. 関東病虫研報, 15, 123
- 7 大林延夫・三井康 (1992) "キタネグサレセンチュウ". 線虫研究の歩み. 日本線虫学会,

148-151.

- 8 Vrain, T. C. and G. Belair (1981) Symptoms induced by the lesion nematode, *Pratylenchus penetrans* on carrot taproots in organic soil. *Phytoprotection*, 62(2), 79-81.

Estimation of Population Density of *Pratylenchus penetrans* COBB and Carrot Damage by the Densities of Necrotic Lesions on Primary Roots of Edible Burdock (*Arctium lappa* L.).

Kenji Itou*¹, Takayuki Mizukubo*¹, Takayoshi Watanabe*² and Nozomu Minagawa*³

Summary

The relationship between population density of *Pratylenchus penetrans* and necrotic lesions on young edible burdock was examined by a pot experiment. Four cultivars of edible burdock, Takinogawa, Tegarū, Yanagawariso, and Watanabewase were grown in square concrete cubic pots (50 x 50 x 50 cm) filled with sterilized soil infested with 0 to 137 (average 16.2) *P. penetrans* per 20 g soil. Three weeks after sowing, roots of edible burdock were harvested, washed and observed carefully.

Necrotic lesions appeared on roots of edible burdock and numbers of lesions per 1 cm primary root were correlated with population densities of the nematode in soil assayed by both Baermann funnel technique and double-layer centrifugal flotation method. These results suggest that necrotic lesions on edible burdock roots provide adequate estimation of nematode density.

After the harvest edible burdock, carrots were grown for four months and damaged taproots were examined. Few numbers of branched and shortened taproots were observed and no correlation was observed between these symptoms and nematode densities at the time of carrot planting. In the present experiment, this nematode caused small horizontal scratches and vertical cracks on surface of taproots, and amounts of these scratches were correlated with nematode densities. These damages were also correlated with necrotic spots on edible burdock grown before carrot. Amounts of necrotic spots on edible burdock were considered a useful index for rough prediction of *P. penetrans* densities and damages of carrot caused by this nematode.

Received: 16 July, 2003

*¹ National Agricultural Research Center

*² Katakura Chikkarin Co., Ltd.

*³ National Agricultural Research Center for Kyushu Okinawa Region