

施設栽培圃場における土壌水分環境の違いと 中型土壌動物相の多様性

伊川 綾*・中村貴彦**・駒村正治**・牧 恒雄**

(平成 21 年 11 月 19 日受付/平成 22 年 3 月 12 日受理)

要約：本報では土壌動物相の多様性を利用した畑地の環境評価の一助として施設栽培環境下の中型土壌動物の多様性について調査を行い、土壌の水分環境の違いと中型土壌動物相との関連性について考察した。その結果多様度指数においては Simpson の多様度指数 ($1/\lambda$)、Fisher の多様度指数 ($\alpha+1$) とともに点滴灌漑の節水区が最も高く、次いで点滴灌漑の中間区、多孔管灌漑区、点滴灌漑の標準区の順となった。多孔管灌漑区では点滴灌漑の各区に比べて団粒が少なく、中型土壌動物の住処となる土壌間隙が少なかったためと推察された。

各試験区の観測回ごとの Simpson の多様度指数と Fisher の多様度指数の関係から、点滴灌漑区では Fisher の多様度指数の変動より Simpson の多様度指数の変動が大きいことがわかった。中型土壌動物の個体数が最も多かった点滴灌漑の標準区と最も少なかった多孔管灌漑区とでは Simpson の多様度指数と Fisher の多様度指数の差が小さくなった。多孔管灌漑区と点滴灌漑の標準区の体積含水率が比較的安定していたことから、土壌の体積含水率の安定は土壌動物相の多様度の安定に寄与するが、個体数や種数の多少とは必ずしも関係がないと考えられた。

キーワード：施設栽培、節水灌漑、土壌水分、多様度指数、土壌動物

1. はじめに

土壌動物は土壌中に生息する動物のうち、ネズミやモグラ、トカゲなどの脊椎動物を除いた生物全体に対して使用されている名称で、ミミズやヤスデ、クモなど大型(主として成体で 2 mm 以上)の無脊椎動物を大型土壌動物(macro-fauna)、ダニ、トビムシなど小型節足動物の多くを中型土壌動物(meso-fauna: >0.2 mm)、原生動物などを小型土壌動物(micro-fauna: <0.2 mm)と呼ばれている¹⁾。このうち、中型土壌動物では多くが菌糸や植物遺体を食料としておりと考えられ、実験室レベルでは菌食種による有機物分解促進や、水分・温度条件による分解速度の違いなどが報告されている²⁾。

農地に関わるものとしては施肥やその他の営農管理の違いによる中型土壌動物相の相違に関する研究として無農薬・無施肥の農地と慣行栽培農地における中型土壌動物相の構成の違い³⁾や無耕起・自給堆肥・有機物マルチの区と耕起・堆肥施肥・化成肥料の区においてダニ、トビムシおよびヒメミミズの個体数、種数を比較したもの⁴⁾、また、不耕起圃場において圃場内の微小環境の違いが土壌動物相に与える影響⁵⁾などがある。

筆者らはこれらの研究を基に土壌動物相の多様性を利用した畑地の環境評価の可能性を探ってきた⁶⁻⁸⁾。土壌動物に関する既往の研究では、中型土壌動物の種ごとの個体数の

変動や生息する種の違いは生息環境である耕地の条件の違いに拠っていると考えられている。その中で最も重要視されているのは水分環境の安定である。しかし、既往の文献における畑地調査の多くは露地畑であり、圃場の水分環境の管理は行われていない。

一方、畑作体系では安定的な収量確保や高価格での出荷をねらった施設栽培が増加し、平成 17 年度の統計で 6.7 万 ha になっている。土壌動物を用いた圃場の環境評価にあたってはこうした施設栽培下での評価も必要と考えられる。

本報ではこうした施設栽培環境下の中型土壌動物の多様性について調査を行い、土壌の水分環境の違いと中型土壌動物相との関連性について考察した。

2. 調査圃場の概要および方法

(1) 調査圃場の概要

調査圃場は東京農業大学世田谷キャンパス内の大型ハウスである。ハウス内には末端灌漑施設としてドリップホースを用いた点滴灌漑区および着脱式の地中多孔管を用いた多孔管灌漑区とし、イモ類の栽培が行われていた。本圃場は関東ロームを主体とした造成土を客土しており、調査時の 2006 年は耕作開始後 2 年目である造成間もない新しい圃場である。初年度開始時における土壌の基本的物理性は表 1 に示すとおり、土性は壤土(L: 国際土壌学会法)、土

* 東京農業大学地域環境科学部生産環境工学科 (現: 東京農業大学大学院農学研究科環境共生学専攻, 旧姓金子)

** 東京農業大学地域環境科学部生産環境工学科

粒子密度は平均 2.68 g/cm^3 、乾燥密度は平均 0.58 g/cm^3 とかなり小さく関東ロームの特徴を示しているが、強熱減量は 17% 程度であり、有機物含量はそれほど多くない。

土壌動物の調査期間は 2006 年 6 月下旬から 10 月下旬までの約 4 ヶ月間であり、この間の栽培作物は点滴灌漑区ではサトイモ（ヤツガシラ）、多孔管灌漑区ではヤマイモである。過去 2 年間の栽培管理層を表 2 に示す。点滴灌漑区は灌漑水量により 3 段階に分けられているが、施肥量等の管理は全て同じである。

点滴灌漑区では畝幅 0.8 m を仮想湿潤域とし、灌漑水量を計画日消費水量のそれぞれ 1.0 倍（標準灌漑区：以下標準区）、0.75 倍（中間灌漑区：以下中間区）、0.5 倍（節水灌漑区：以下節水区）に設定した。計画日消費水量は農大厚木中央農場の過去の平均的な月別日消費水量を整数値化したものを使用した。間断日数は 2 日または 3 日である。点滴灌漑区における月別の計画日灌漑水量は表 3 のとおりである。多孔管灌漑区（以下多孔区）では低正圧調整による自動灌漑のため、灌漑水量は測定されていない。

表 1 土壌の物理性

Depth	Specific gravity	Particle distribution(%)				Ignition loss(%)	Dry bulk density (g/cm^3)
		C. sand	F. sand	Silt	Clay		
10cm	2.66	22.6	29.9	33.4	14.1	17.4	0.55
20cm	2.71	24.6	38.8	26.5	10.1	16.4	0.58
30cm	2.67	19.5	35.7	31.8	13.0	16.8	0.62

表 2 調査圃場の栽培管理層 (2005-2006)

	Drip irrigation plot	Tube irrigation plot
Apr. 05	Fertilizer : N:P:K=6:7:7 5kg/10a Cullisium Phosphate:16kg/10a	-
May. 05	Planting : Taro (selebes)	-
Jun. 05	Fertilizer : N:P:K=6:7:7 5kg/10a	Planting : Yamm
Jul. 05	Fertilizer : N:P:K=6:7:7 5kg/10a	-
Oct. 05	Harvesting	-
Nov. 05	Fertilizer : Organicd (20kg/10a)	Harvesting
May. 06	Planting : Onion harvesting : Onion Planting : Taro (Yatsugashira)	-
Jul. 06	Fertilizer : N:P:K=6:7:7 5kg/10a	Planting : Yamm
Oct. 06	Harvesting	Harvesting

表 3 各点滴灌漑区の灌漑計画

	Standard ($\times 1.0$)	Little ($\times 0.75$)	Less ($\times 0.5$)
May	4	3	2
Jun.	4	3	2
Jul.	5	3.8	2.5
Aug.	5	3.8	2.5
Sep.	4	3	2
Oct.	3	2.3	1.5

unit : mm/day

ここでは点滴灌漑区の 3 つの灌漑区と多孔区の計 4 つの試験区を対象に中型土壌動物の調査を行った。

(2) 土壌動物の採集および同定

土壌動物採集用の土壌サンプルは物理性測定用の 100 cm^3 円筒サンプラー缶を使用し、缶の長さである地表から 5.1 cm までの表層の不攪乱土壌を各区 2 サンプル採取した。このとき円筒サンプラー缶の上端に蓋をし、蓋が地面と平行になるまで打ち込んだ後、缶を掘り出して下端を整形して 100 cm^3 とした。採取した土壌は現地でサンプラー缶から取り出し、茶封筒に移して実験室に持ち帰った。これは、土壌動物の多く (80% 程度) は地表から深さ 5 cm 程度の表層に分布し、深さ方向の分布は一部の種を除いて限られていると考えられていること¹⁾と、本研究では生育中の作物への影響を考え、観測を小規模で行うため、表層のみのサンプリングとした。

また、中型土壌動物は高温と乾燥を嫌う性質があることから、本研究では調査時において土壌水分と地中 5 cm 深さの温度をデジタル温度計によって測定した。

これらの他に 2006 年秋の収穫後に土壌物理性測定のための土壌採取を行い、土粒子密度、乾燥密度および強熱減量を再度測定した。

土壌動物の採集には 40 W 白熱電球を利用したツルグレン装置 (図 1) を使用した。ツルグレン装置は、乾燥を嫌う土壌動物の性質を利用して土壌動物を収集する機材で、今回は文献¹⁾を参考に、2 mm メッシュの粒度試験用ふるい (直径 15 cm)、ステンレス製広口漏斗 (足部の径が大きく短い漏斗、図 1. 参照)、40 W 白熱電球を取り付けた電気スタンドで構成した。本実験における土壌動物の採集では、土壌の落下を防ぐためにふるいの上にティッシュペーパーを 1 枚敷き、その上に試験区から採取した不攪乱土壌を広げ、48 時間放置した。試験区に関係なく 48 時間経過後の装置内の土壌下部は約 55°C 、含水率約 4% であった。採集の際には受け皿に 70% に薄めたエタノールにグリセリンを 1 割ほど混ぜたものを入れ、採集した土壌動物の固定を行った。

採集された中型土壌動物は実体顕微鏡および光学顕微鏡

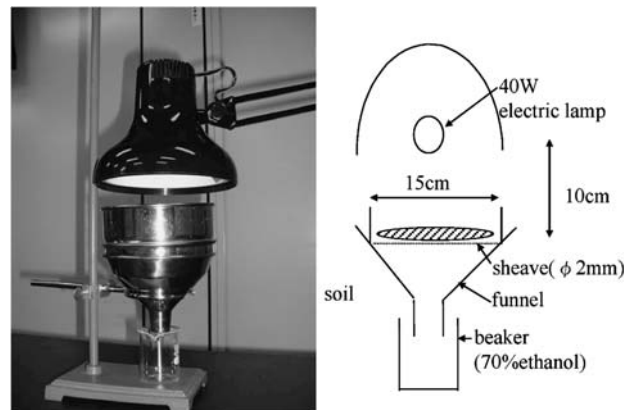


図 1 ツルグレン装置

を用いて、『日本産土壌動物—分類のため図解検索』⁹⁾ (青木淳一編著, 1999) を参照し, 可能な限り属までの分類を行い, 個体数を記録した。なお, 採集された土壌動物は同定困難な個体が多く含まれていた。

なお, 属名等不明のまま顕微鏡下で確認できる特徴のみで分類したのも多いため, 試験区間の属構成の比較は行わず, 分類ごとの個体数を中心とした解析を行った。また, ツルグレン装置によって採集された動物群には八工目幼虫など青木 (1973, 前出) による中型土壌動物 (meso-fauna) に当てはまらないものも一部含まれていたが, 今回は未分類も含め, 採集された生物全てを対象として多様度を算出した。

(3) 生物多様度指標の算出

生物群集は種密度が高いほど, そして種間の相対的重要度の差が少ないほど複雑であるとされている¹⁰⁾。このような生物群集の密度をあらわす指標が種多様度 (以下多様度と表記) である。

多様度は大きく分けて ① 種数を表示する指数, ② 各種個体数を考慮にいたった指数に分けられ, さらに ② は個体数に一定の分布型を仮定した指数, 分布型を仮定しないノン・パラメトリック指数, 群集中の各種の個体数が近いかどうかを示す一様度 (公平度) 指数に分けられる¹¹⁾。

本研究では比較的小さな個体群に適用可能な多様度指数であることを条件に, 近年は経験的に生じた分布型を仮定した指数よりも数学的な背景をもつノン・パラメトリック指数が多く使用されることを踏まえ, Simpson の多様度指数 (λ) を基本指標として, また, 分布型を仮定する指数である Fisher の多様度指数 (α) を相対的指標として使用した。Simpson の多様度指数 (λ) は個体群の均等度 (各種の個体数が同程度かどうか), Fisher の多様度指数 (α) は個体群内の種の多さを強く表す指数である。これらを踏まえ, 本研究においてもこの 2 種の多様度指数の大小関係が個体群の安定度を表すと考え, 圃場状態の評価を試みた。

Simpson の多様度指数は各構成要素の構成比の 2 乗の合計を個体群の集中度を表す指標とするものである。群集から取り出した 2 個体が同種である確率とも考えられ, λ は(1)式より求められる。 N_i は i 番目の種の個体数, N は総個体数である¹²⁾。

$$\lambda = \frac{\sum N_i(N_i - 1)}{N(N - 1)} \quad (1)$$

Simpson の多様度指数 (λ) は個体群内の種ごとの個体数が均等に近いほど小さくなる。なお, $1/\lambda$ を β と表現する場合もあり, β は種組成の違いをサンプル間の多様性として表現する際に使用されている¹³⁾。また, Simpson の多様度指数はサンプルの大小による推定値の変動は比較的小さいが, 個体数が少ない場合には, 確率的に異常に低い (または高い) 値を示す可能性がある。

Fisher の多様度指数は個体群内における, ある個体数 (n) に対する種の数 (S_n) との関係が(2)式に従うと仮定したときの係数 α である。ここで x は指数関数 x^n の底であり, 1 以下の定数である¹⁴⁾。種の数 (S_n) の個体群内での和

として総種数 S が得られ, S と個体群内の総個体数 N かつとの関係は(3)式で与えられる。

$$S_n = \alpha x^n / n \quad (2)$$

$$S = \alpha (\ln N / \alpha + 1) \quad (3)$$

また, Simpson によると, 個体群の種数と個体数とが Fisher の対数級数則に一致するとき, Simpson の多様度指数 λ と Fisher の多様度指数 α との間には以下のような関係がある¹²⁾。

$$1/\lambda = \alpha + 1 \quad (4)$$

本研究では(4)式にあわせて Simpson の多様度を $1/\lambda$, Fisher の多様度を $\alpha + 1$ とした。

3. 結果と考察

(1) 試験区の土壌物理性および水分環境

土壌動物調査時における各試験区表層の土壌物理性の結果を表 4 に示す。乾燥密度は $0.66 \sim 0.70 \text{ g/cm}^3$ の範囲で大きな差はみられていないが, 強熱減量は多孔区 18.3% と大きい。土粒子密度については, 標準区および中間区が大きく, 節水区および多孔区が小さい傾向がみられた。土粒子密度と強熱減量について分散分析の結果, 点滴灌漑における標準区および中間区と節水区および多孔区の間には 5% で有意差が認められた。点滴灌漑区では 2005 年と 2006 年で灌漑管理条件が異なるため, 灌漑水量との関連は明らかではないが, 直接降雨のない条件では灌漑水量の影響によって土壌物理性, ここでは強熱減量と土粒子密度が短期間に変化することがあるものと推察される。

一般に有機物量が多いと乾燥密度や土粒子密度が小さくなる傾向がある。強熱減量は多孔区が多く, 節水区もやや多く, この 2 試験区の土壌は乾燥密度や土粒子密度が小さい傾向がみられた。作付け 2 年目の時点で土壌の物理性からみて, 多孔区・節水区と標準区・中間区に分けられる。この差違が灌漑水量の影響によるものかは今後さらにデータを重ねて追究したい。

中型土壌動物の調査時の土壌の体積含水率を図 2 に示す。調査は点滴灌漑区の灌漑から 24 時間経過後に行っているため, 体積含水率は各区とも比較的安定しており, 6 月末と 7 月中旬の多孔区の変動を除くと値に大きな変化は見られない。各区の平均含水率は標準区 34.2%, 中間区 35.6%, 節水区 32.1%, 多孔区 37.6% であり, 試験区による差はみられなかった。これは, 土壌の採集を滴下管から比較的近い距離 (5 cm 程度) で行っているため, 4 区とも土壌の含水量の上限とされる圃場容水量 (24 時間容水量) に

表 4 試験区表層の土壌物理性

	Drip irrigation plot			Tube irrigation plot
	Standard ($\times 1.0$)	Lite($\times 0.75$)	Less($\times 0.5$)	
Specific gravity	2.73	2.71	2.64	2.66
Ignition loss (%)	12.5	12.2	14.6	18.3
Dry bulk density (g/cm^3)	0.70	0.68	0.66	0.68

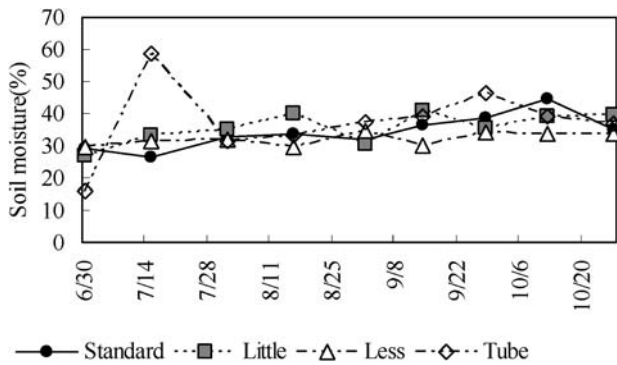


図 2 各試験区における調査時の体積含水率

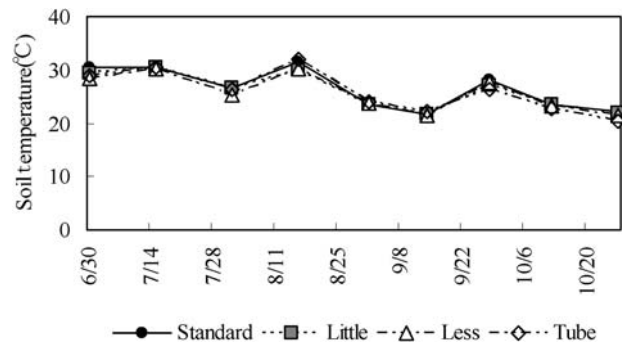


図 4 調査期間中の地中温度

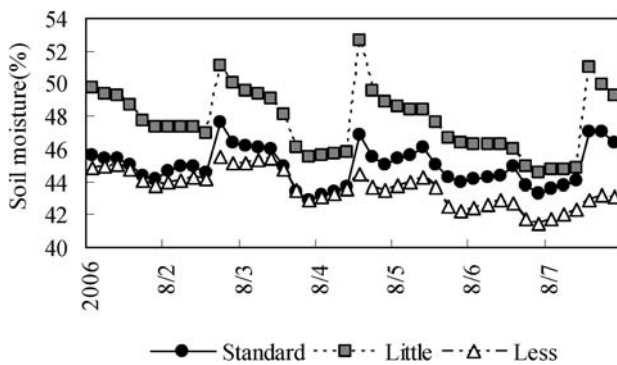


図 3 点滴灌漑区における体積含水率の変化

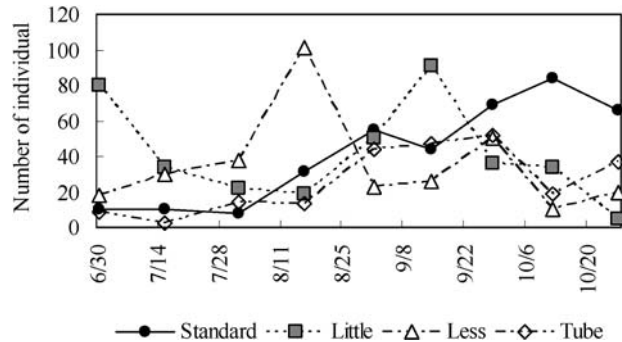


図 5 表層土 200 cm³ あたりの土壌動物の個体数

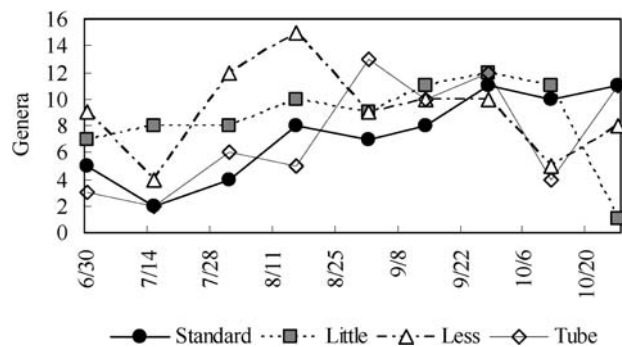


図 6 表層土 200 cm³ あたりの土壌動物の属数

近い値を示したと考えられる。

図 3 に土壌水分計によって計測された点滴灌漑区の表層 0~5 cm における体積含水率の変動のうち、比較的变化の大きい 2006 年 8 月上旬の 1 週間を抜粋して示した。測定位置が異なるため、体積含水率の値は図 2 とは必ずしも同じ範囲にない。最も水分変動が大きいのは中間区であり、標準区と節水区はほぼ同様の傾向を示している。夜間の水分量の回復が標準区のほうが節水区に比べて大きいことや、中間区よりも灌漑による水分増加量が小さいことから、標準区では下層からの水分補給が行われ、土壌中の水分は比較的安定した条件にあったと考えられる。なお、多孔管灌漑区では特に水分変動は計測していないが、地中多孔管灌漑の特徴として、常時一定水分量で灌漑できるとされていることや、圃場表面が常に湿った状態に保たれていたことなどから、土壌水分量は点滴灌漑区ほど大きく変動しておらず、常時湿润状態にあると推察した。

次に観測時の地中温度を図 4 に示した。露地畑において同様の採集を行った場合には表層の地中 5 cm 温度は 35°C を超えることがあり、35°C 以上では生物数が少なくなる傾向があり、調査に適さないと考えられたが¹²⁾、本調査では 7 月から 8 月にかけて地中温度は 30°C を越える期間が続くものの、35°C を越えることはなく、10 月下旬まで地中温度は 20°C 程度であった。なお、各試験区間の地中温度の違いはほとんど見られなかった。

(2) 土壌動物の変動

図 5 および図 6 に表層土 200 cm³ あたりの土壌動物の個体数および属数の変動を示した。各回に観測された個体数は 10 個体以下から 100 個体弱までかなり幅があるが、属数に関しては個体数が著しく低い場合を除いて 5 属から 10 属程度で安定していた。

多様度指数に関しては、 $1/\lambda$ では点滴灌漑の標準区と多孔区では 4 前後と比較的安定していたが、中間区と節水区では指数は観測回により 3 から 10 前後までの変動を示した(図 7)。 $\alpha+1$ では全体として変動が $1/\lambda$ より若干小さく、値が低い傾向があった。このため、 $1/\lambda$ に比べて変動が明確でないように見られた(図 8)。

個体数・属数および 2 種の多様度指数の観測回毎の平均値、標準偏差および中央値の結果を表 5 に示した。平均値

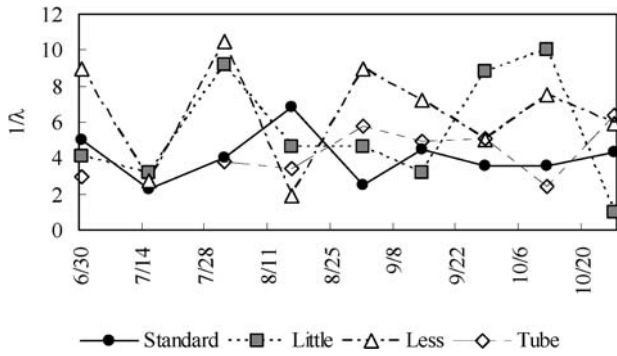


図 7 Simpson の多様度指数

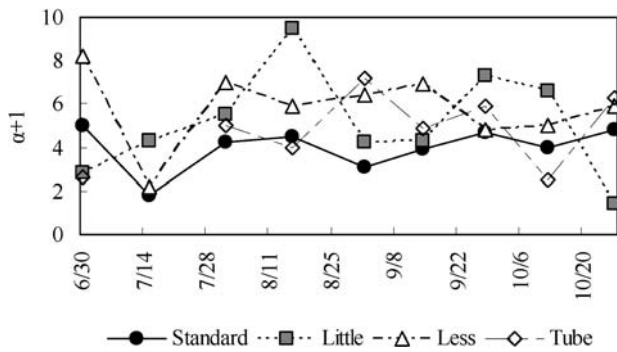


図 8 Fisher の多様度指数

表 5 調査期間中における個体数・属数および 2 種の多様度指数の平均値、標準偏差および中央値

		Drip irrigation field			Tube irrigation field
		Standard (×1.0)	Little (×0.75)	Less (×0.5)	
Number of individual	Average	41.9	41.2	35.1	26.3
	S.D.	28.7	28.2	27.3	18.7
	Median	44	34	26	19
Genera	Average	7.3	8.6	9.1	7.3
	S.D.	3.2	3.3	3.3	4.2
	Median	8	9	9	6
1/λ	Average	4.1	5.4	6.5	4.4
	S.D.	1.4	3.1	2.9	1.4
	Median	4.0	4.6	7.2	4.4
α+1	Average	4.0	5.1	5.8	4.8
	S.D.	1.0	2.4	1.7	1.7
	Median	4.2	4.3	5.9	5.0

と中央値では値の差はあるものの試験区間の大小関係は同様の傾向を示した。個体数が最も多かったのは点滴灌漑の標準区であり、中間区、節水区、多孔区の順に小さくなった。属数では節水区、中間区の順に多く、次いで標準区であった。多孔区では属数の平均は標準区と同程度と小さく、中央値も 4 区中最も低かった。多様度指数においては $1/\lambda$, $\alpha+1$ とも節水区が最も高く、次いで中間区、多孔区、標準区の順となった。既往の研究では中型土壤動物の生態的特徴から水分環境が安定しているほうが中型土壤動物は

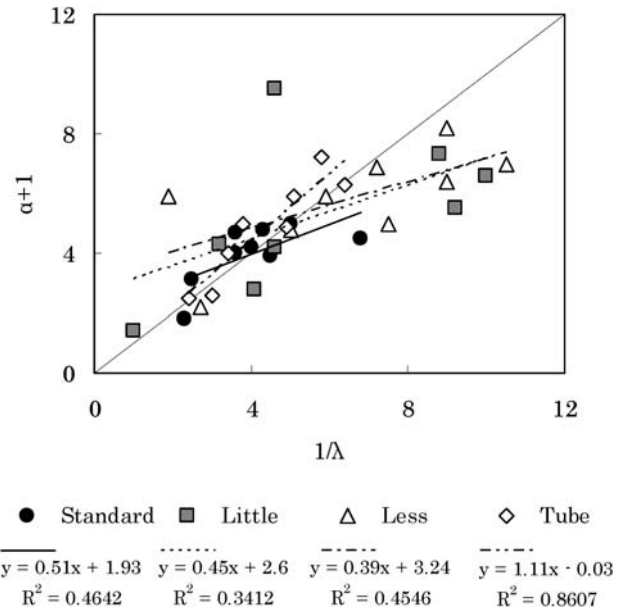


図 9 2 種の多様度指数の関係

個体数、種数ともに多いといわれており³⁻⁵⁾、土壤の体積含水率や有機物マルチの有無など圃場管理状態から水分環境を推察している。本報で扱った 4 つの試験区は全て裸地として管理されており、常時圃場容水量程度の水分量に保たれ、水分環境が安定している多孔区では個体数、属数が少なく、灌漑間隔が 2~3 日あり、土壤水分量が変動する点滴灌漑区では個体数、属数が多い結果となった。このことから、水分環境の安定は個体数や種数の多少には必ずしも関係しないと考えられた。

採土時の土壤は物理性の数値には表れていないものの、多孔区では点滴灌漑区に比べて団粒が細かく、目の詰まった状態であった。既往の研究から、観測時に比較的粗大な間隙量 ($d > 0.3 \text{ mm}$) が多かった土壤のほうが、土壤動物の個体数・属数は多くなる傾向があり⁷⁾、多孔区では点滴灌漑区に比べて、団粒が少なく、中型土壤動物の住処となる間隙が少なかったと考えられる。なお、代表値の検定では個体数・属数および 2 種の多様度指数それぞれにおいて有意な大小関係は見いだせなかった。

(3) 2 種の多様度指数の関係

図 9 に各区の観測回ごとの Simpson の多様度指数 ($1/\lambda$) と Fisher の多様度指数 ($\alpha+1$) の関係を示した。式(4)の成立条件から、直線上の圃場では各属の個体数分布について式(2)が成立し、サンプル内では様々な個体数の種が存在する状態と考えられる。Simpson の多様度指数は個体数が少ないと大きな値が出やすくなるため、同一サイズのサンプリングの場合、この式(2)が成立する状態を基準とすると、 $1/\lambda$ が大きい場合には個体数が少なく、種ごとの個体数が同程度になりやすい状態である場合がある。一方、 $\alpha+1$ が大きい場合 ($1/\lambda$ が全体から計算される値よりも小さい場合) には、一部の種が個体数の多くを占めている状態と考えることができる。このことから、図中に近似

式を作成することにより、個体数が極端に少ない場合や特定種の大量発生などを起こしやすい状態かどうかを判断できるのではないかと考えた。

中間区と節水区では図中の左上に離れた測点がみられ、多くの観測回がシン普森の多様度指数寄りに分布している。これは、点滴灌漑条件下では少数の優先種が個体群の大部分を占めていることを示している。一方、個体数の最も少なかった多孔区と最も多かった標準区では観測点が $\alpha + 1 = 1/\lambda$ の線に近いところに分布している。

近似式の結果では、常時補給型の湿潤な水分環境である多孔区は係数が1に近く、切片の絶対値が小さい。一方、点滴灌漑区では各試験区のばらつきが大きく近似式が $1/\lambda$ 側に偏っていることがわかる。しかし、点滴灌漑各区では標準区が土壌水分としては最も安定していたと考えられることから、多孔区の結果と合わせて、水分環境が安定しているほうが土壌動物相の多様性は $\alpha + 1 = 1/\lambda$ の状態に近くなり、多様度指数の全体の変動も小さくなると考察した。

ま と め

本報では土壌動物相の多様性を利用した畑地の環境評価の一助として施設栽培環境下の中型土壌動物の多様性について調査を行い、水分環境の違いと中型土壌動物相との関連性について考察した。その結果、灌漑期間中、常時湿潤状態であった多孔区は乾湿の差がある点滴灌漑区よりも個体数や属数が少なく、水分環境の安定が個体数や種数の多少に必ずしも関係しないと考えられた。一方、多様度指数においては $1/\lambda$ 、 $\alpha + 1$ とも節水区が最も高く、次いで中間区、多孔区、標準区の順となった。

2種の多様度指数の関係をもとに、各圃場の個体群の状況の評価を試みたところ、点滴灌漑条件下では少数の優先種が個体群の大部分を占めており、一方、個体数の最も多かった標準区と最も少なかった多孔区では観測点が $\alpha + 1 = 1/\lambda$ の線に近く、多様度指数の変動も小さい状態と考えられた。図中に作成した近似式の結果では、常時補給型の湿潤な水分環境である多孔区は係数が1に近く、切片の絶対値が小さい。一方、点滴灌漑区では各試験区のばらつきが大きく近似式が $1/\lambda$ 側に偏っていた。これらの結果および灌漑条件に基づく水分環境が安定しているほうが土壌動物相の多様性は $\alpha + 1 = 1/\lambda$ の状態に近くなり、多様度指数

の全体の変動も小さくなると考察した。

付記：本研究は、平成18～20年度文部科学省科学研究費基盤研究(C)「土地・水資源およびエネルギーの有効利用からみた農業循環システムに関する基礎的研究」の助成を得て実施した。

引用・参考文献

- 1) 青木淳一 (1973) 土壌動物学—分類・生態・環境との関係を中心に。北隆館, 東京, 814 pp.
- 2) CRAGG, R.G. and BARDGETT, R.D. (2001) How changes in soil faunal diversity and composition within a trophic group influence decomposition processes. *Soil Biology and Biochemistry*, Vol. 33 No. 15, 2073-2081.
- 3) 藤川徳子 (1976) 無農薬・無施肥農法(自然農法)と慣行農法の畑地におけるササラダニ. *Edaphologia*, No. 15, 1-11.
- 4) 藤田正雄 (1989) 土壌管理の異なる畑地におけるダニ, トビムシ及びヒメミズ相の比較. *Edaphologia* No. 40, 1-12.
- 5) FUJITA, M., FUJIYAMA, S. (2000) Soil Meso-fauna in Two Microenvironments of a No-tillage Organic Farming Field. *Edaphologia*, No. 66, 11-20.
- 6) 三原真智人, 金子 綾 (2004) 土壌動物相の多様性に及ぼす全層施肥と表層施肥の比較研究. *環境情報科学論文集* 18, 393-398.
- 7) 金子 綾, 三原真智人, 駒村正治 (2006) 多摩丘陵における土壌物理性と中型土壌動物相の関連. *環境情報科学論文集* 20, 43-48.
- 8) 金子 綾, 三原真智人, 駒村正治 (2007) 畑地圃場の客土履歴の有無と中型土壌動物相の多様性. *農業土木学会論文集*, No. 248, 1-6.
- 9) 青木淳一 (編著) (1999) 日本産土壌動物—分類のための図解検索. 東海大学出版会, 東京, 1076 pp.
- 10) 伊藤嘉昭他 (1980) 10・3 群集の複雑さ, 『生物学教育講座 7 動物の個体群と群集』(伊藤嘉昭・法橋信彦・藤崎賢治共著) 226-236, 東海大学出版会, 東京
- 11) 伊藤嘉昭, 佐藤一憲 (2002) 種の多様性比較のための指数の問題点—不適切な指数の使用例も多い—. *生物科学*, 53 巻第4号, 204-220.
- 12) SIMPSON, E.H. (1949) Measurement of Diversity. *Nature*, Vol. 163, 688.
- 13) 森下正明 (1996) 種多様性指数値に対するサンプルの大きさの影響. *日本生態学会誌* 46 巻 269-289.
- 14) FISHER, R.A., CORBET, A.S. and WILLIAMS, C.B. (1943) The relation between the number of species and number of individuals in a random sample of an animal population. *Journal of Animal Ecology*, No. 12, 42-58.

Relationship between Diversity of Soil Meso-Fauna and Soil Moisture Condition in Green House

By

Aya IKAWA*, Takahiko NAKAMURA**, Masaharu KOMAMURA** and Tsuneo MAKI**

(Received November 19, 2009/Accepted March 12, 2010)

Summary : Relationships in diversity of soil meso-fauna and soil moisture conditions were investigated in some types of drip irrigation plots and tube irrigation plot in green house. Water content and soil, animal population, number of genera, diversity index of Simpson ($1/\lambda$) and that of Fisher ($\alpha+1$) were measured. The results showed that both standard irrigated plot in drip irrigation and underground water irrigation plot showed stable conditions of diversity indices, and moisture conditions were stable. But populations and number of genera in the standard irrigated plot were much larger than in the under ground one. Low and Less irrigated plots showed unstable conditions of diversity indices and soil moisture. Therefore, we concluded that stable soil moisture condition is useful for balancing soil animal's diversity, but not for the population and number of genera.

Key words : Green House, Drip Irrigation, Soil Moisture, Diversity Index, Soil Meso-fauna

* Faculty of Regional Environment Science, Tokyo University of Agriculture (Graduate School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture)

** Faculty of Regional Environment Science, Tokyo University of Agriculture