

原著論文

リンゴ園の草生群落の種構成に及ぼす異なる刈り高による草刈りの影響^{†1}

豊島真吾・高梨祐明^{†2}

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構

果樹研究所省農薬リンゴ研究果樹サブチーム

020-0123 岩手県盛岡市

The Effect of Mowing at Different Heights on
Species Composition of Weeds in Two Apple Orchards

Shingo TOYOSHIMA and Masaaki TAKANASHI

Apple Pest Control Research Subteam, National Institute of Fruit Tree Science
National Agriculture and Food Research Organization
Morioka, Iwate 020-0123, Japan

Summary

Two levels of mowing were applied to the ground cover in two apple orchards (one old and one new), and the species composition and seasonal dynamics of weeds were investigated. *Trifolium repens* was the dominant species in both mowing treatments. *Erigeron philadelphicus*, *Mazus miquelii* and *Taraxacum officinale* were also observed frequently. When weeds were mowed at a relatively high level, *T. repens* appeared from April through October in the old orchard, and from mid-June through early-October in the new orchard. In contrast, the dominant species changed two and three times when weeds were mowed close to the ground in the old and new orchards, respectively.

Key words : apple orchard, mowing height, species composition of weeds, sustainable agriculture, natural enemies

緒 言

近年、リンゴ栽培において性フェロモンを利用して主要なチョウ目害虫を防除する複合交信かく乱法が普及し、対象害虫に対する殺虫剤の散布回数削減が期待されている(荒川・岡崎, 2002)。一方、殺虫剤の削減によ

り、交信かく乱の対象ではない害虫類の発生および密度の上昇が懸念されている(岡崎, 2000)。これらの害虫類に対しては、リンゴ園の環境改変により天敵類の定着、増殖および捕食活動を促進し、効率的な天敵利用技術の確立が期待されている。しかし、どのように環境を改変するか、具体的な検討はされていない。

^{†1} 果樹研究所業績番号：1437

(2006年5月1日受付・2006年10月23日受理)

^{†2} 現 東北農業研究センター 020-0198 岩手県盛岡市

改変可能なリンゴ園の環境要因には、リンゴ園周辺に自生する木本・草本などの植生やリンゴ樹下の草生が挙げられる。わが国のリンゴ園は山林を切り開いたところに立地するものが多く、アカマツ林、カラマツ林、スギ林に接している場合が多い。これらの林縁にはコナラ、サクラ類、クワ、クリ、フジ、ガマズミ、ホオノキ、オニグルミなどの木本植物が自生することが多い（豊島、未発表）。これらの木本植物には天敵類が生息しているので（Toyoshima・Amano, 2006）、木本植物を天敵類の安定的な供給源として活用した天敵利用技術の開発に取り組んでいる。一方、草生には天敵類が生息することが知られているものの（Ohno・Takemoto, 1997）、リンゴ樹下の草生を改変して天敵の定着場所および増殖源として積極的に活用されることはなかった。

リンゴ園樹下の管理については、過去に清耕や牧草草生などが試みられてきたが、現在は雑草を自然に発生させ、樹列間は草刈り機で、樹冠下は除草剤散布で管理する雑草草生が一般的となっている（横田, 1988）。雑草草生は害虫や病原菌の発生源となるが、害虫、病原菌および雑草の花粉などを餌とする天敵類の生息場所にも成り得る。雑草種構成を適切に改変・管理することが可能になれば、下草を介してリンゴ園内に天敵類を定着させ、利用する段階に進むことができる。

果樹園樹下の雑草の種構成に影響する要因には、除草剤処理（植木ら, 1974）や果樹園内の日照条件（伊藤ら, 1987）が知られており、草刈り強度のうち頻度（回数）も雑草植生の変遷に影響することが報告されている（横田, 2000）。本研究では、草刈り強度のうち「刈り高」に注目し、一般的な乗用草刈り機で草生の改変が可能か検討した。そして、わずかに数センチの刈り高の変化が、雑草の種構成と占有率の季節消長に影響を及ぼすことを見出したので、一つの事例として報告する。なお、本研究は、農林水産省委託プロジェクト研究「生物機能を活用した環境負荷低減技術の開発」において遂行されたものである。

材料および方法

試験圃場

果樹研究所リンゴ研究拠点（岩手県盛岡市）の雑草草生履歴が異なる2区画のリンゴ園を試験圃場1および2とした。試験圃場1は、25年生樹（M26台）を主体とした6品種のリンゴを植栽した園で、樹列間4m、樹間2.5mの間隔で植栽された、面積約20aのリンゴ園である（Fig. 1）。樹上は殺菌剤を散布し、樹下は植栽当初より雑

草草生とし、樹列間は草刈り機で、樹冠下は除草剤散布で管理した。樹列間に10aあたり約1tの完熟牛ふん堆肥を毎年春に施用し、化学肥料は施用しなかった。試験を実施する前は、ハコベ、ハルジオン、オオバコ、クローバなどが目立ち、季節変動はあるものの年次変動は観察されなかった。

試験圃場2は、木造建築跡地で、2002年8月に土壤燻蒸し、2003年4月に1年生「ふじ」（JM1台木）60本と1年生「さんざ」（JM7台木）60本を樹列間4m、樹間3mの間隔で植栽した、面積20aの比較的新しいリンゴ園である（Fig. 2）。樹上は殺虫剤、殺ダニ剤および殺菌剤を散布し、樹下は植栽当初より雑草草生とし、樹列間および樹冠下とも草刈り機で管理した。苗木植栽時に完熟牛ふん堆肥を全面に施用し、2004年および2005年春には樹列間に10aあたり約1tの完熟牛ふん堆肥を施用した。本試験圃場へリンゴ樹を植栽する前には、春にセイヨウタンポポ、夏にシバやスズメノカタビラ、秋にエノコログサが観察され、植栽後も同じような優占種の季節変動が観察された。

処理区と処理方法

各試験圃場において、刈り高の異なる2つの処理区を設けた。刈り高は、乗用草刈り機（ラビットモア[®]、RM85B、(株)共立社製）の4段階に変更可能な刈り高調整レバーで、刈り刃を地上10mmと60mm（いずれも仕様書による地上高）の高さに設定し、それぞれ「低刈区」および「高刈区」とした。

試験圃場1では樹列間3列ずつ（Fig. 1）、試験圃場2では樹列間2列ずつ（Fig. 2）を、刈り残しがないように乗用草刈り機を2～3回走行させて草刈りを行った。試験圃場1では、2002年5月9日、6月9日、7月21日、8月25日、9月8日に、試験圃場2では、2005年5月8日、6月12日、8月7日、8月29日、10月17日に草刈りを行った。

調査方法

試験圃場の草種の分布は均質ではないので、調査地点数を増やす必要があり、枠調査では多大な労力を必要とする。そこで、効率的な調査法としてデジタルスチールカメラで撮影した画像を解析し、草種ごとの占有率を推定した。具体的には、各処理区の10地点について、地上1mの高さから90cm×70cmの範囲をデジタルスチールカメラで撮影し、画像解析により草種を特定した。試験圃場1では草刈り直後の2002年5月9日から10月30日まで、試験圃場2では2005年4月11日から10月18日まで、

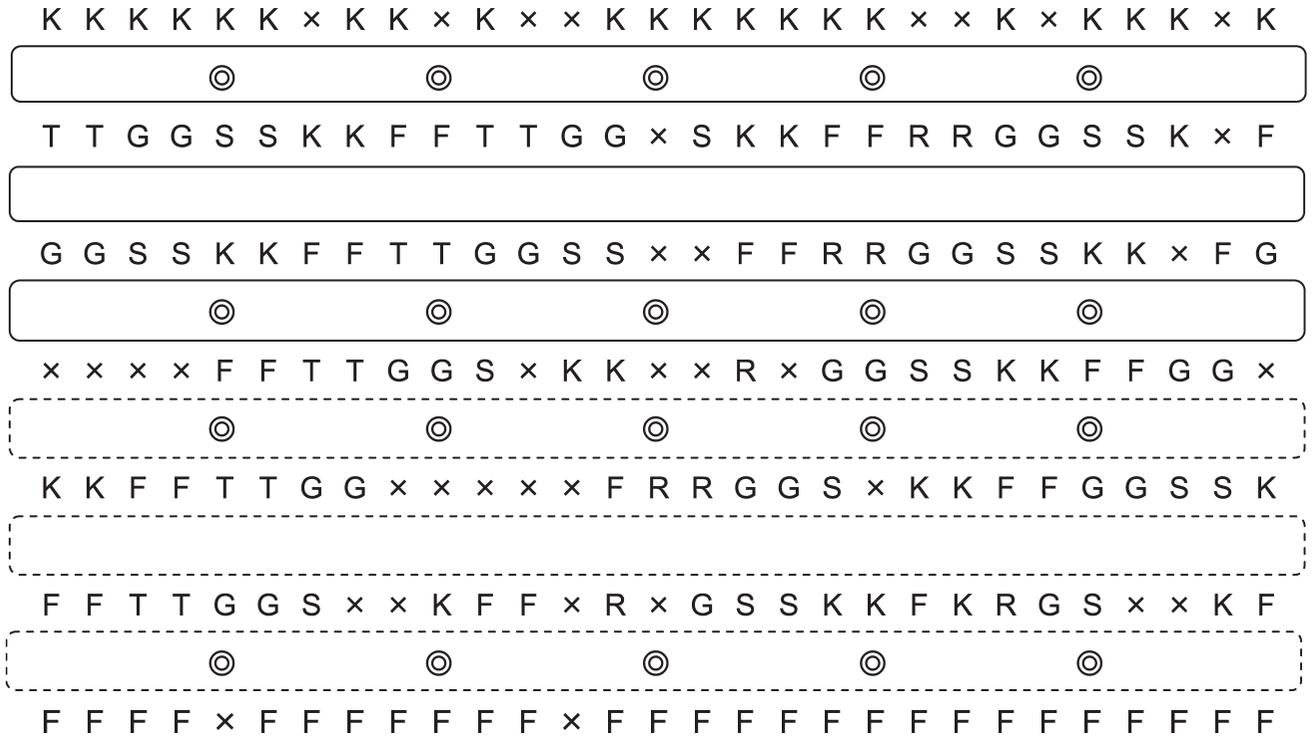


Fig. 1. The experimental design of the experimental block 1. Six cultivars of apples with M. 26 rootstock had been planted in 7 rows for 25 yr. Distances between rows and trees in a row were 4m and 2.5m, respectively. Two levels of mowing were conducted between the 7 rows in 2002. Enclosed areas with a line were mowed as high-mowing, and those with dotted line were mowed as low-mowing. K: Kogyoku, F: Fuji, T: Tsugaru, G: Golden Delicious, S: Starking Delicious, R: Red Delicious, ×: absent, ◎: Photo point.

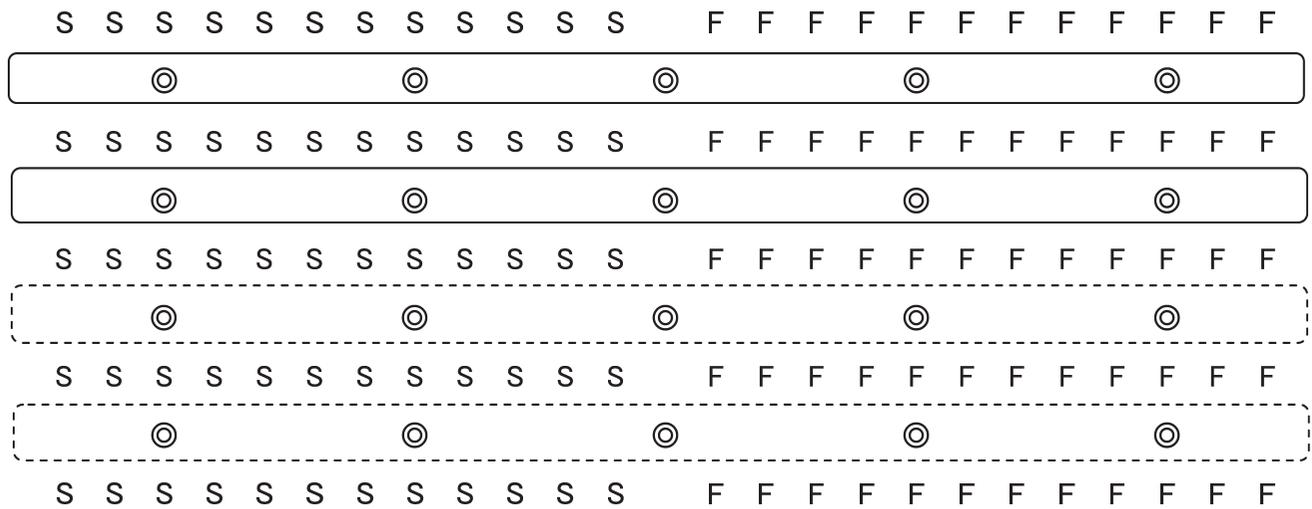


Fig. 2. The experimental design of the experimental block 2. Two cultivars of apples with JM rootstocks had been planted in 5 rows for 2 yr. Distances between rows and trees in a row were 4m and 3m, respectively. Two levels of mowing were conducted between the 5 rows in 2005. Enclosed areas with a line were mowed as high-mowing, and those with dotted line were mowed as low-mowing. F: Fuji with JM1 rootstock, S: Sansa with JM7 rootstock, ◎: Photo point.

毎週同一地点を撮影した (Figs. 1 & 2). 試験圃場 1 では 1600×1200pixel, 試験圃場 2 では 2048×1536pixel の画像解像度で撮影した.

撮影したすべての画像をパソコンに取り込んで解析した. 各画像における草種の占有率を算出するため, パソコン画面に映し出される画像を20分割し (縦4コマ, 横5コマ), 各コマにおいて占有面積の最も広い草種を決定した. 2種がコマの半分ずつを占有する場合には, それぞれの草種が0.5コマを占有するとした. その後, 占有草種の存在するコマ数を計数し, 画像あたり総コマ数20で除して画像における草種の占有頻度とした. なお, 地面の露出割合が半分以上のコマは地面 (Denudement) とし, 草種と同様に計数した. 画面上で特定できない草種については, 適宜, 撮影地点で確認した. イネ科草本のうち草種を特定することが困難な草本についてはイネ科草本類 (Gramineae spp.) としてまとめた. 同一試験区の同一日に撮影された10画像について草種ごとにコマ数を合計して, 当該日における草種の占有率を算出した.

結果および考察

高刈区では草高約10cmの草本が比較的均一に残ったが, 低刈区では草高約5cmの草本が残る場合や地面の微妙な凹凸により地表面が削り取られ, 地面が露出する場合があったものの, 試験圃場 1 および 2 の各処理区において合計30草種を特定した (Table 1). 試験圃場 1 低刈区では16種, 試験圃場 1 高刈区では15種, 試験圃場 2 低刈区では23種, 試験圃場 2 高刈区では25種が観察された. 試験圃場 2 低刈区を除きシロツメクサ (*Trifolium repens* L.) が最も占有率が高かった. また, いずれかの試験区で年間出現割合が10%以上の草種は, シロツメクサに加えて, ハルジオン (*Erigeron philadelphicus* L., 試験圃場 1 低刈区で18.09%), ムラサキサギゴケ (*Mazus miquelii* Makino, 試験圃場 1 低刈区で10.85%), セイヨウタンポポ (*Taraxacum officinale* L., 試験圃場 2 高刈区で10.21%) であった. これらに加えて, スズメノカタビラ (*Poa annua* L.), イヌタデ (*Persicaria longiseta* (De Bruyn) Kitag.), エゾノギシギシ (*Rumex obtusifolius* L.), メヒシバ (*Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler), ヘビイチゴ (*Duchesnea chrysantha* (Zoll. et Mor.) Miq.), オオバコ (*Plantago asiatica* L.), ミドリハコベ (*Stellaria neglecta* Weihe), およびオランダミミナグサ (*Cerastium glomeratum* Thuill.) が, 全ての試験区で観察された. 一方, チドメグサ (*Hydrocotyle sibthorpioides* Lam.), サナエタデ (*Persicaria scabra* Mold.),

ヒルガオ (*Calystegia japonica* Choisy), オキノゲシ (*Sonchus asper* (L.) Hill), ヒメジョオン (*Erigeron annuus* L.), およびヨモギ (*Artemisia princeps* Pamp.) は試験圃場 2 高刈区のみで, スカシタゴボウ (*Rorippa islandica* (Oeder) Borb.), スベリヒユ (*Portulaca oleracea* L.), およびツユクサ (*Commelina communis* L.) は, 試験圃場 2 低刈区のみで観察された.

本試験圃場で観察された草種のうち, スギナ (*Equisetum arvense* L.) は開墾当初に発生する草種であり, メヒシバ, ヘビイチゴ, エノコログサ (*Setaria viridis* (L.) P. Beauv.) は, 熟畑化の途中に優占する傾向があり, ミドリハコベ, イヌヒユ (*Amaranthus lividus* L.), エノキグサ (*Acalypha australis* L.), スベリヒユは, 熟畑化がかなり進むと優占する草種として知られる (清水 1969; 菅原, 1978). しかし, 雑草草生履歴の異なる試験圃場の間に, 熟畑化の進行に伴う草種の変遷や, 構成草種数の増加傾向 (菅原, 1978) などは観察されなかった. 果樹園の場合, 樹下の日照条件の相違が下草群落の組成に影響すると考えられているが (植木ら, 1967; 竹林, 1985; 伊藤ら, 1987), 幼木で構成され樹下が明るい試験圃場 2 では, 明るい圃場で多く発生するメヒシバが, 樹冠が広く, 樹列間の約 1/4 が日陰になる試験圃場 1 では, 暗い圃場で多く発生するイヌタデとオオバコが比較的多く観察された.

地面の露出は, 試験圃場 1 低刈区で18.85%, 試験圃場 1 高刈区で3.50%, 試験圃場 2 低刈区で37.29%, および試験圃場 2 高刈区で21.55%であった. 高刈区よりも低刈区で地面の露出が大きいのは, 単純に刈り高が影響したためと考えられる. 一方, 試験圃場 1 よりも試験圃場 2 で地面の露出が大きいのは, 試験圃場 1 では刈高よりも低い位置にムラサキサギゴケ (10.85%), ヘビイチゴ (4.00%), およびロゼットを呈するハルジオン (18.09%) 幼植物体が多く発生していたが, 試験圃場 2 ではこのような背の低い草種が発生していなかったためである. ムラサキサギゴケとヘビイチゴは湿り気を好む匍匐性草本であり, 広い樹冠によって日陰ができる試験圃場 1 で発生しやすく, 試験圃場 2 でも樹冠が大きくなればこのような草種が地表面を覆うようになると考えられる.

草種構成比の季節消長は, 試験区ごとに大きく異なった (Fig. 3). 試験圃場 1 高刈区 (Fig. 3a) では, 5月から10月までシロツメクサが優占した. 一方, 試験圃場 1 低刈区 (Fig. 3c) では, 5月中旬から7月上旬まではシロツメクサが優占したものの, 8月上旬にメヒシバが優占した後, ハルジオンが優占した. また, 試験圃場 2 高刈区 (Fig. 3b) では, 4月中旬から6月上旬にかけてセ

Table 1. Weed species and their annual frequency of occupation on the ground in two apple orchards

Species	Experimental Block 1 ^z		Experimental Block 2 ^y	
	Low	High	Low	High
Amaranthaceae				
<i>Amaranthus lividus</i> L.	0.04%	0.00%	0.13%	0.00%
Caryophyllaceae				
<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill.	0.07	0.67	0.59	2.57
<i>Stellaria neglecta</i> Weihe	0.26	0.37	2.68	1.82
Commelinaceae				
<i>Commelina communis</i> L.	0.00	0.00	0.02	0.00
Compositae				
<i>Artemisia princeps</i> Pamp.	0.00	0.00	0.00	0.05
<i>Erigeron annuus</i> L.	0.00	0.00	0.00	0.02
<i>Erigeron philadelphicus</i> L.	18.09	3.50	5.30	6.91
<i>Senecio vulgaris</i> L.	0.09	0.00	0.09	0.11
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	0.00	0.00	0.00	0.18
<i>Taraxacum officinale</i> L.	0.07	0.02	5.48	10.21
Convolvulaceae				
<i>Calystegia japonica</i> Choisy	0.00	0.00	0.00	0.63
Cruciferaeae				
<i>Rorippa islandica</i> (Oeder) Borb.	0.00	0.00	0.29	0.00
Equisetaceae				
<i>Equisetum arvense</i> L.	0.00	0.00	0.48	0.25
Euphorbiaceae				
<i>Acalypha australis</i> L.	0.00	0.00	0.04	0.02
Gramineae				
<i>Digitaria ciliaris</i> (Retz.) Koeler	2.76	0.87	3.16	1.39
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	0.00	0.00	2.61	0.29
<i>Poa annua</i> L.	0.43	2.83	5.75	3.05
<i>Setaria viridis</i> (L.) P. Beauv.	0.00	0.50	0.21	2.70
Unidentified species	4.76	9.30	17.02	11.38
Labiatae				
<i>Lamium purpureum</i> L.	3.57	2.65	0.00	0.00
Leguminosae				
<i>Trifolium repens</i> L.	29.93	57.41	14.11	28.84
Oxalidaceae				
<i>Oxalis corniculata</i> L.	0.00	0.00	0.45	0.21
Plantaginaceae				
<i>Plantago asiatica</i> L.	0.89	2.46	0.36	1.70
Polygonaceae				
<i>Persicaria longiseta</i> (De Bruyn) Kitag.	2.37	6.52	0.70	1.29
<i>Persicaria scabra</i> Mold.	0.00	0.00	0.00	0.41
<i>Rumex obtusifolius</i> L.	2.09	4.46	1.18	0.68
Portulacaceae				
<i>Portulaca oleracea</i> L.	0.00	0.00	0.21	0.00
Rosaceae				
<i>Duchesnea chrysantha</i> (Zoll. et Mor.) Miq.	4.00	2.09	1.25	0.39
Scrophulariaceae				
<i>Mazus miquelii</i> Makino	10.85	1.37	0.55	1.64
<i>Veronica persica</i> Poir.	0.89	1.48	0.07	0.55
Umbelliferae				
<i>Hydrocotyle sibthorpioides</i> Lam.	0.00	0.00	0.00	1.16
Denudement	18.85	3.50	37.29	21.55

z: Farmyard manures have been supplied on the ground since the apple trees were planted more than 25 years ago in this experimental block (EB). Mowing treatment was conducted in 2002.

y: This experimental block was cultured at the dwelling place, two years before the investigation was conducted. Farmyard manures have been supplied three times before the investigation was conducted in this experimental block. Mowing treatment was conducted in 2005.

イヨウタンポポが優占したものの、その後は、8月中旬を除いてシロツメクサが優占した。一方、試験圃場2低刈区 (Fig. 3d) では、4月中旬から6月上旬にかけてシロツメクサ、セイヨウタンポポ、ミドリハコベ、スズメノカタビラが共存し、その後、イネ科草本類(種未同定)の優占を経て、9月中旬からシロツメクサ、ハルジオン、メヒシバ、イヌビエが共存した。以上、いずれの圃場でも高刈区では、低刈区に比べてシロツメクサの占有率が高い傾向にあった。

優占したシロツメクサは牧草が野生化したものであり、本試験圃場には主に牛ふん堆肥によって種子が持ち込まれたと考えられる。イネ科雑草が優占する果樹園ではしばしば見られなくなるが、年間数回の刈り取りを長年実施すると見られるようになる(横田, 2000)。試験圃場2高刈区でもシロツメクサの占有率が比較的高いが、高刈区と同じ高さで草刈り続けることにより、試験圃場1高刈区のように50%以上の占有率になると考えられる。一方、低刈区では、季節により優占種および草種構成が変化した。春先に発生するシロツメクサは草丈が低いので刈り取られないが、夏以降は草丈が高くなるので刈り取られ、ロゼットを呈するハルジオンが顕在化したと考えられる。低い刈り高での草刈り作業は、草本の繁茂を抑えて草刈りの頻度を少なくする。しかし、頻度を少なくすると草丈の高くなるエゾノギシギシが繁茂するので(横田, 2000)、作業効率は徐々に悪くなると考えられる。

高刈区で優占したシロツメクサには、ナミハダニが発生して樹上へ被害をもたらすこともあるが、ナミハダニの捕食性天敵類であるハナカメムシ類の生息場所にもなる(Ohno・Takemoto, 1997)。また、シロツメクサを寄主とするマメアブラムシに寄生するアブラバチの一種は(繁原ら, 投稿中)、リンゴ害虫のユキヤナギアブラムシにも寄生する。したがって、シロツメクサはハダニ類やアブラムシ類の天敵の定着・増殖に役に立つと考えられる。このように、刈り高を適切に調整して果樹園内にシロツメクサのような天敵の温存場所となる草種を繁茂させれば、天敵類の利活用の場面が広がるだろう。

摘 要

草生管理法による雑草草生改変の可能性を検討するため、草刈り強度のうち刈り高に注目して、施肥管理や雑草草生の履歴の異なる2つの試験圃場において、乗用草刈り機の刈り高を変えて草刈りし、草種構成の変遷を調

査した。試験区では15~25種の草本が観察され、占有率が最も高かった草種はシロツメクサであり、つぎに占有率が高かった種は試験区により異なった。草種構成比の季節消長を比較すると、試験圃場1高刈区でシロツメクサが春から秋まで占有率を高く維持するといった特徴的な草種構成比の変遷が観察され、試験圃場2高刈区でも6月中旬から10月上旬までシロツメクサが優占した。

引用文献

- 1) 荒川昭弘・岡崎一博. 2002. 交信かく乱法による落葉果樹害虫防除と天敵の役割. 植物防疫. 56: 97-101.
- 2) 伊藤操子・伊山幸秀・植木邦和. 1987. 果樹園内日照条件の相違が下草群落組成に及ぼす影響. 雑草研究. 32: 292-299.
- 3) Ohno, K. and H. Takemoto. 1997. Species composition and seasonal occurrence of *Orius* spp. (Heteroptera: Anthocoridae), predacious natural enemies of *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae), in eggplant fields and surrounding habitats. Appl. Entomol. Zool. 32: 27-35.
- 4) 岡崎一博. 2000. リンゴ園における複合交信攪乱剤を利用した総合的害虫管理の試み. 農業技術. 55: 409-413.
- 5) 繁原智子・高梨祐明・豊島真吾・新井朋徳. 2006. リンゴ園におけるアブラムシ類の発生消長と寄生蜂の構成. 北日本病虫研報. 57: 211-214.
- 6) 清水正元. 1969. 熟畑に伴う雑草群落の遷移. 雑草研究. 8: 10-19.
- 7) 菅原清康. 1978. 熟畑化過程における雑草植生の変遷に関する研究. 雑草研究. 23: 31-36.
- 8) 竹林晃男. 1985. 柑橘園における雑草群落遷移の事例. 雑草研究. 30: 61-68.
- 9) Toyoshima, S. and H. Amano. 2006. Diversity and abundance of phytoseiid mites on *Magnolia hypoleuca* Siebold et Zuccarini, a candidate source of natural enemies in natural vegetation. Appl. Ent. Zool. 41: 349-355.
- 10) 植木邦和・伊藤操子・伊藤幹二. 1974. 果樹園の雑草管理に関する基礎的研究. 除草剤処理による雑草植生の変遷. 雑草研究. 17: 38-45.
- 11) 横田 清. 1988. リンゴ園の草生管理体系. 農業および園芸. 63: 403-408.
- 12) 横田 清. 2000. 雑草を活かした草生栽培. 農業技術体系果樹編追録. 15: 7-11.

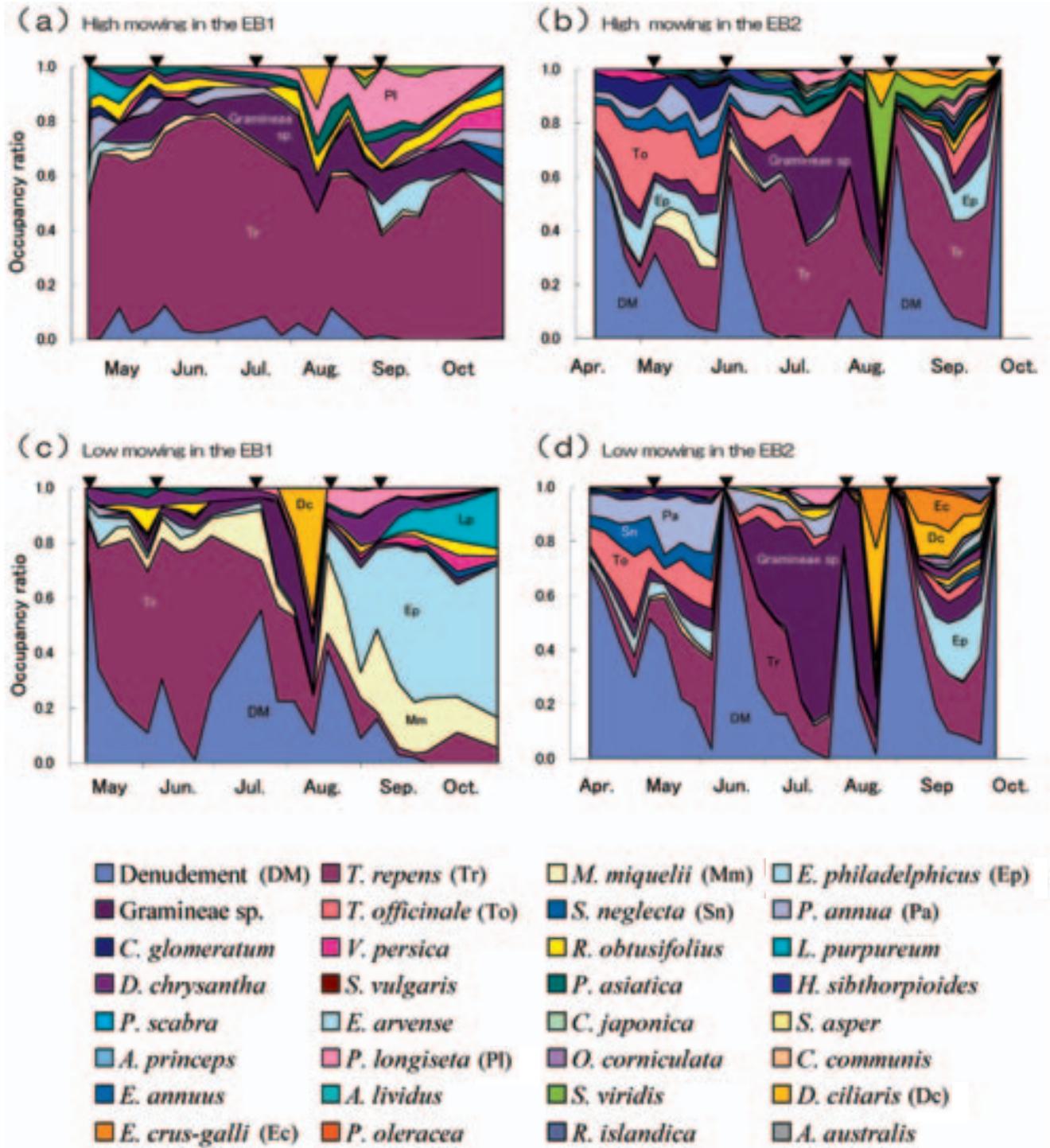


Fig. 3. Seasonal dynamics of species composition of weeds in two experimental blocks treated with low- and high-mowing. EB1 is an experimental block with 6 cultivars of apple trees (details in Fig. 1), and the results of mowing treatment conducted in 2002 were shown in graphs (a) and (c). Weed investigation was started just after the first mowing in EB1. EB2 is an experimental block with 2 cultivars (details in Fig. 2), and the results of mowing treatment conducted in 2005 were shown in (b) and (d). The timing of mowing treatment was shown with triangles (▼) on the top of each graph.

