

앤드류스 실험림의 토양절지동물의 종류와 분포에 관한 연구

Studies on the Fauna of Soil Microarthropods in H.J. Andrews Experimental Forest

우 건 석¹ · John D. Lattin²
Kun Suk Woo¹ and John D. Lattin²

ABSTRACT Studies on the distribution pattern of soil arthropods were carried in H.J. Andrews Expt. Forest. Forty-one species of Coleoptera in 14 families were recognized as the dominant group. Also, 7 species of soil mites in 6 families, Typhlodromus, Gymnodamaeus, Phauloppia and Scleroribates were recognized without seasonal fluctuation, which made the difference to the outbreak pattern of the Palearctic region. Another species as 16 species of Collembola in 4 families, 16 species of Thysanoptera in 3 families, 10 species of Hymenoptera in 1 family, and 7 species of Acarina in 6 families were recognized. The result showed the importance of the soil arthropod as the primary decomposer in forest ecosystem and the relationship between species diversity and soil condition.

KEY WORDS forest soil, microarthropods, fauna, Douglas-fir

抄 錄 H.J. Andrews Expt. Forest의 토양절지동물의 분포상을 조사한 결과 Coleoptera가 14과 41종으로 우점군이 밝혀졌으며, 토양용에는 6과 7종의 분포가 확인되었으며 Typhlodromus, Gymnodamaeus, Phauloppia 및 Scleroribates 등은 계절변동 없이 발생하고 있음이 알려져 구복구계의 발생생태와 차이가 있었다. 기타 곤충군의 발생은 Collembola 4과 16종, Psocoptera 4과 4종, 식균성 총채벌레 3과 16종, Hemiptera 1과 1종, Diptera 3과 6종, Hymenoptera 1과 10종이었다. 산림토양의 절지동물은 산림생산단계의 1차 분해자로 중요한 역할을 수행하며, 부식질이 풍부한 토양조건은 무식생구에 비하여 종다양성은 낮으나 안전도가 높게 나타나 재생산의 주요인자로 해석된다.

檢 索 語 산림토양, 미소절지동물, 분포상, 더글라스-피

土壤內에 살고있는 節肢動物의 大部分은 土壤有機物의 공급과정에서 볼 때 植物의 生長에 필요한 營養인 土壤有機物의 分解를 촉진하는 分解者로 腐植物의 形成, 團粒構造와 새로운 土壤의 造成에 크게 영향을 미치는 重要한 生物群集으로 알려져 있다.

따라서 林地의 植生條件과 토양동물군집과는 밀접한 關係를 갖고있으므로 土壤型, 土壤의 形成과정, 肥沃度, 土壤生態系의 파괴와 再生의 程度등을 理解하기 위해서는 이들 群集의 種構

成, 分布특징에 관한 研究가 필요하다(澤田 1970, 北澤 1973). 山地土壤의 낙엽과 落枝는 토양동물의 分布와 生態에 影響을 주게되는데, 落葉은 土壤動物의 直接的인 營養源이고, 間接적으로는 物理化學的인 要因으로 重大한 影響을 미치게되며 落葉, 落枝層의 有無와 두께는 土壤動物의 質과 量에 밀접한 關係가 있다(Duncan 1969, Wallwork 1976). 어느 조건의 土壤에서 植物質의 分解과정에는 生物과 無生物的인 要因이 관련하는데 例컨데, 微生物과 土壤動物群의 活動등 生物因子와 水溶性 化合物의 용해등 無生物的인 要因으로 촉진된다(Wallwork 1970, 澤田 1970, 北澤 1973, Luxton 1982).

이러한 特性은 土壤動物이 山地土壤이나 農地에 있어서 土壤의 生成과 肥沃度의 保存에 중요

1 Department of Applied Entomology, College of Agriculture, Seoul National University, Suwon 441~744, South Korea.

2 Department of Entomology, College of Science, Oregon State University, Corvallis, Oregon 97331, USA.

한 구실을 하고, 脂標生物의 基準으로 삼을 수 있고, 自然生態系內의 生物的 均衡유지등 3가지의 機能을 맡고 있으므로 群集構造의 해명과 2차 생산능력의 측정에 土壤動物에 관한 연구의 목표를 설정할 필요가 있을 것이다(Balogh 1961, Vannier 1980, Garay et al. 1980, Metz & Dindal 1980, 白 1981, Woo 등 1987). 土壤植生帶의 특성과 土壤節肢動物과의 관계는 별채한 환경과 그렇지 않은 林相을 비교해 볼 때 光量の 增加, 溫度變化, 水分條件의 變化和 植物遺體의 增加등으로 動物相의 定性 또는 定量的인 變異가 매우 달랐음이 확인되었다(Huhta et al. 1967, Macfadyen 1964, Sacharov 1930, 青木 1973, Wallwork 1976, Kaczmarek 1975). 山地條件에서 별채로 인하여 地表의 裸地化가 促進된 경우나 山火에 의한 動物群集의 分布特性을 살펴보면, 地被物이 없는 裸地에서는 겨울에 凍土現狀이 일어나고 여름에는 강한 直射熱에 의한 건조현상으로 지렁이, 多足類 및 昆虫類가 地被物이 풍부한 곳에 비하여 감소하였다(Sacharov 1930, Macfadyen 1964, Karg 1967, 今立 1970, Kaczmarek 1975, Metz & Dindal 1980, Vannier 1980).

林地的 植生の 種類, 즉 廣葉樹와 針葉樹自生地에 따라 土壤節肢動物群의 種構成이 달랐으며(今立 1970, Karppinen 1958, 青木 1962) 造林年數의 經過에 따라서도 動物群集에 變動이 있었음은 土壤動物은 土壤의 條件과 林相의 영향으로 水平, 垂直의 分布型이 動的으로 變하고 있음을 알게 되었다(Dunger 1964, 青木 1963, Lebrun 1965, Krivolutsky 1975).

本 研究은 美 Oregon州의 西部 카스케이드 산맥의 H.J. Andrews Experimental Forest의 Douglas-fir 植生帶에서 土壤節肢動物의 種類와 分布를 확인하기 위하여(Bedard 1938) Long Term Ecological Research Program(NSF DEB 80-12162) 계획으로 Oregon州立大學 昆虫學科에 採集保存中인 材料물을 利用하여 調査區別로 土壤節肢動物의 分布相, 發生 및 發育態등을 우리나라의 산림토양절지동물상과 비교하고자 실시하였다. 本 研究의 수행을 위해 필요한 供試動物의 利用과 제편의를 提供해준 美 Oregon州

立大學 昆虫學科 Bruce F. Eldridge 교수와 現地調査에 協助해주신 Gary L. Parsons 박사, 供試標本의 製作과 同定에 助言을 해주신 Norman H. Anderson 교수, Gerald W. Krantz 교수께 感謝드리며, 총채벌레와 다듬이벌레에 대한 同定과 貴重한 文獻을 提供해준 프랑크푸르트 自然史博物館의 Richard Z. Strassen 博士께도 感謝드립니다. 끝으로 本 研究수행을 위하여 1984年 8月부터 1985年 8月까지 오레곤대학에서 訪問研究의 機會를 준 文敎部和 大學에 感謝드립니다.

材料 및 方法

調査地概況

H.J. Andrews Expt. Forest는 Eugene에서 東쪽으로 약 80 km 떨어진 Cascade 산맥의 西部에 있으며 중심부는 북위 43°, 동경 122°10'에 위치해 있다(그림 1). 地史는 火山으로 形成되었고 해발 610~760 m 地點은 basaltic 流岩반層의 露出로 地表는 綠色鑛物質化 되거나 硅素化 된 것이 특징이다. 年平均 降雨量은 229~254 cm이다. 溫度(최고·최저)는 Clearcut 區는 3월(2.9°C), 4월(2.12°C), 5월(7.29°C), 6월(10.25°C), 7월(8.33°C), 8월(8.33°C); Young growth 區는 4월(2.5, 11°C), 5월(6.26°C), 6월(12.23°C), 7월(12.28°C), 8월(13.28°C); Mid-growth 區는 4월(2.10°C), 5월(10.22°C), 6월(5.13°C), 7월(13.25°C), 8월(13.24°C)로 나타나 樹齡이 높은 區일수록 裸地區에 비해 낮은 경향을 보였다. 해발 457~1615 m 地帶의 植生은 Old-Growth Douglas-fir, Hemlock(*Tsuga heterophylla*) 단풍나무 및 alder가 主樹種이다. 植物相의 構造는 23 forest 군락으로 區分되지만 *Tsuga heterophylla*(sl. 300~1,050 m)와 *Abies amabilis*(sl. 1,050~1,550 m)로 크게 나눈다. 植生帶는 濕度の 영향을 많이 받는데 *Pseudotsuga*, *Holodiscus*는 건조지대에, 그리고 *Tsuga*, *Polystichum oxalis*는 濕地에 自生하다. 또한 *Abies amabilis* 帶의 9個單位중 7個單位는 climax 또는 near climax ass.와 2個의 serial 群落을 이루고 있으며 *Abies*, *Tsuga*

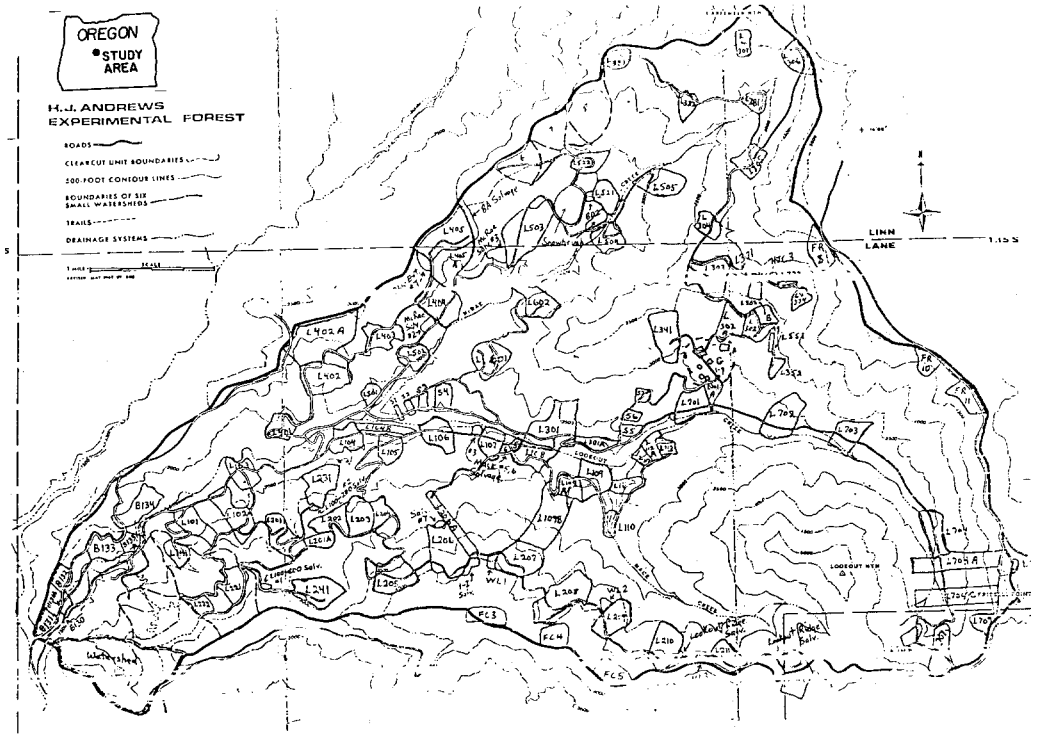


Fig. 1. Survey area of H.J. Andrews Experimental Forest, Oregon after H.J. Andrews Expt. Ecol. Res.

mertensiana, *Xerophyllum*은 濕地에 自生한다 (Franklin & Dyrness 1973).

調査區의 特性

Plot 1 (clear cut) 벌목을 하였거나 山火로 인하여 거의 木本類植生帶가 構成되지 않은 草地로 地被部는 *Acer circinatum*, *Epilobium angustifolium*과 *Rubus ursinus* 등으로 피복되었다. 他區에 比하여 암반의 노출이 현저하며 日中 溫度는 높고 濕度가 낮은 植生地이다.

Plot 2 (young growth) Douglas-fir 20年生, sl. 610 m의 北斜面 0~25°의 低地帶의 평평한 公園지역으로 傾斜는 완만한 편임. 1951년에 벌채하고 1953년에 식재하였다. 樹高 약 10 m, 재식밀도 720株/ha이며 *Ribes sanguineum*, *Epilobium angustifolium* 등이 밀거루植物의 優占種이었다.

Plot 3 (mid growth) Douglas-fir 125年生, sl. 975 m, 樹高 30 m, 밀거루는 開放된 편이며 다만, *Rhododendron macrophyllum*, *Vaccinium parvifolium*, *Rubus ursinus*와 *Berberis nervosa* 등이 自生하였다. 落葉 落枝層은 얇고, 針葉, 小枝로 地表가 피복되었으며, 標高가 높아 눈이 오랫동안 녹지 않고 덮여 있는 地域임.

Plot 4 (old growth) Douglas-fir 450年生, sl. 474 m, Lookout Creek의 南斜面임. *Tsuga heterophylla*가 드물게 自生하며 두터운 落葉層과 이끼層으로 濕度가 높다. 밀거루 植生은 *Acer circinatum*, *Gaultheria shallon*, *Berberis nervosa*와 *Rhododendron macrophyllum* 등 4種의 木本類와 *Linnaea borealis*, *Achlys triphylla*, *Oxalis oregona*와 *Polystichum munitum* 등 4種의 草本類가 밀거루의 우점종으로 自生하고 있는 곳임.

供試節肢動物

1976年以後 H.J. Andrews Expt. Forest의 Douglas-fir 自生地에서 Expt. Ecol. Res의 일환으로 採集된 標本(70% Ethanol 保存) 중 Arachnida에 屬하는 것은 Nesbitts 용액에 mounting 한 뒤에 同定하였으며, 昆蟲類중에서 着色도가 높은 種類는 KOH 5% 용액에 침적하여 脫色과 連化과정을 거쳤다. 다만, 총채벌레는 Hemmings 方法으로 脫色, 脫水한 다음 cedar wood oil에 침윤하여 canada balsam에 封入, 標本을 만들었다. 供試動物은 매월 2회 정기적으로 採集하였다. Pitfall trap (plastic제, 직경 15 cm × 깊이 18 cm)은 地面 3~5 cm 아래에 장치하였고 每調査區當 10個를 10 m 간격으로 配置하였다. 上部에는 빗물을 막기위해 30 × 30 cm의 차광 및 防水板을 설치하였으며 trap 내용물은 冬期の 結水을 防止할 目的으로 不凍液을 첨가하였다. 土壤의 腐植物과 地層內에 서식하는 節肢類는 供試材料를 室內로 옮겨 berlese 깔때기에서 24時間 건조하여 추출하였다.

分布調査

採集된 個體數를 基準으로 發生量을 정하였으며 1個體, 2~10個體, 11~30個體, 31個體以上 등 4單位로 細分하였다. 發生時期는 1(1月~3月), 2(4月~5月), 3(6月~9月), 4(10月~12月) 등 季節別로 區分하였고, 發育態는 調査한 供試節肢類의 成長에 따라서 幼虫과 成虫으로 區分하였다. 調査區(plot)는 plot 1(clear-cut), 2(young-growth), 3(mid-growth) 4(old-growth) 등 4個區로 區分하였다.

結果 및 考察

H.J. Andrews Expt. Forest의 針葉樹林帶의 優占種은 *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.)이며 土壤棲息節肢動物에 關한 生態的인 研究는 1973년부터 계속되어 왔다(Mispagel & Rose 1978). 山林土壤內에 棲息하고 있는 節肢動物의 平均密度에 關한 研究(Gill 1969, Huhta et al. 1967, Wallwork 1976)가 있었으나 地層배회성 節肢動物에 關한 山地에서의 昆蟲相에 대한 報告는

많지 않다(Huhta 1971, Uetz 1975). pitfall trap을 利用한 捕獲效果에 대한 研究는 集團的인 調査에 적합하다는(Greenslade 1964, Southwood 1966) 評價와 부적당하다는 主張(Luff 1975)이 엇갈려 있기는 하지만 대체로 많이 사용되고 있다. 그러나 設置場所와 時期에 따라서 結果가 크게 달랐다는 報告가 있다(Tolbert 1975).

특토기目的 分布

특토기는 各調査區에서 地表層에 集中分布하였다. 확인된 16種의 發生量은 *Sinella sexoculata*가 局地分布特性을 지녔을 뿐, 대체로 擴域分布하였고 低溫期보다 溫度가 상승하는 4月以後부터 發生量이 많은 경향을 보였다. 調査區에 따른 種構成은 溫·濕度가 일정한 植生區에 分布하여 地表의 腐植層이 두터운 高樹令植生區가 벌채구에 比하여 훨씬 높게 나타났으며 土壤의 溫度가 分布相에 영향을 미치며(Wallwork 1976), 落葉落枝層의 두께와 높은 相關(Duncan 1969)이 있고, 土壤의 間隙率이 垂直分布에 영향이 있다는(Dhillon & Gibson 1962) 報告등과 一致하였다. 또한 發生時期가 Douglas-fir의 生長季節과 같은 點으로 미루어 나무의 生産性(年 10.8~25 T/ha) 提高에도 영향을 미칠 것으로 報告한 바 있다(Waring & Franklin 1979). 특토기의 水平分布는 世界共通인 面을 지녔으나 土壤환경의 영향을 받게되므로 植生型, 土壤構造, 土壤微生物相, 土壤含水率등과 깊은 관계가 있었고(Christiansen 1964, Wallwork 1970) 地層의 腐植物이 두텁고, 微生物이 많이 分布된 plot 3과 4에 集中分布한 사실과 같은 경향을 보였다(Poole 1961). 표에 나타난 것과 같이 *Isotoma sensibilis*, *I. nigrifrons* 등과 알특토기科의 *Arrothalites diversus* 등 4種의 發生時期는 봄·여름 등 2회의 最高發生을 보여 구라파와 北美에서 報告된 結果와 같았다(Glasgow 1939, Poole 1961, Hale 1966, Huhta et al. 1967). 그러나 溫帶北部地域에서는 *Isotoma sensibilis*가 봄이나 초여름에 但一回發生하고 있어서 棲息場所와 季節의 길이에 따라 多樣한 發生型을 보인다는 特性을 뒷받침하고 있었다(Dhillon

& Gibson 1962, Berllinger 1954).

다듬이벌레와 총채벌레目的 分布

다듬이벌레는 4科 4屬 4種이 分布하였으며 樹令이 낮은 plot 1과 3에 集中되어 있었다. 發生量은 *Liposcelis*, *Reuterella*와 *Teliapsocus*, *Ectopsocus* 順이었고 *Liposcelis* 屬은 季節에 關係없이 全期間에 걸쳐 發生하였다. 元來 熱帶棲息種으로 알려져 있고, 自由生活하는것이 대부분이며 菌類의 孢子, 單細胞藻類, 穀物 등 有機物을 먹고 生長하는데 食物選好度는 種에 따라 多樣하다(New 1971, 1974). 本 調査에서 나타난 結果는 rotary net(地上 1.83 m 設置)에 의해 調査된 內容은 young-growth가 다른 區보다 分布密度가 높았다는(Mispagel & Rose 1978) 結果와 一致하였다. 土壤棲息食菌性 총채벌레 역시 熱帶 또는 亞熱帶를 중심으로 分布하고 있으며 (Ananthakrishnan 1964, 1973, Mound 1974). 일반적으로 관총채벌레科에서 食菌性으로 알려져 있었지만 총채벌레科를 포함하여 3科 12屬 16種이 同定되었다. 특히 총채벌레科의 *Frankliniella* 屬은 國花科植物의 꽃에 棲息한다는 報告에 미루어 地表層에 分布하는 植生の 영향으로 採集된 것으로 추정된다. 총채벌레의 發生은 高溫乾燥한 環境條件에서 높게 나타나고, 走光性이 있는 習性으로 調査地의 發生地域도 clear-cut 區를 選好하였다. 이러한 경향은 溫度가 낮고, 多濕한 plot 3과 4에는 거의 分布하지 않은 點과 이들의 移動이 氣流의 影響을 많이 받는 (Lewis 1970, Mound et al. 1976) 平野地 보다는 樹令이 높은 plot 3, 4區가 不利한 棲息地였다고 생각된다. 그러나 大部分의 食菌性총채벌레는 有機物이 많은 腐植層에서 發見되고 있으므로 계속적인 調査가 이루어져야 할 것이다 (Lewis 1973). *Oxythrips quercicola*는 發生期間이 길었고, 發生量도 많아 擴域分布種으로 확인되었으며 관총채벌레科의 *Leptothrips* sp.는 *Haplothrips niger* 보다 發生량이 많은 것으로 나타났다. 그러나 東洋區에 分布하는 *Ecacanthothrips*, *Meiothrips*와 *Elaphrothrips* 屬이 확인되지 않은 것은 서식환경의 差異에 인한 것으로 믿어진다(Palmer & Mound 1978).

그러나 oldgrowth(plot 4)에서 *Aeolothrips vittatus*(T 15 S, R 5 E. S 31)와 *Aptinothrips rufus*(T 15 S. R 5 E. S 31 · NB 133)가 分布한 것은 地表植生の 寄主와 관계 있었던 것으로 추측된다.

딱정벌레目的 分布

表에서와 같이 반날개科등 14科 33屬 41種이 分布하여 가장 많은 種類를 확인하였다. 優占種으로는 반날개科의 *Olophrum stouti*, *Anthobium sinuosum*, 딱정벌레科의 *Harpalus* sp, *Promecognathus crassus*, *Pterostichunus herculaneus* 등의 發生이 많았다. 바구미科의 *Dyslobus granicollis*가 plot 2(young-growth)에서만 分布한 것은 Mispagel & Rose(1978)의 報告와 같은 경향을 보였다. 다만, 위의 報告에서는 14種을 記錄하였지만 調査時期와 調査量이 달랐으며 이번 調査에서는 1種밖에 확인할 수 없었지만 追加種이 있을 것으로 생각된다. 반날개科에서도 Mispagel & Rose(1978)는 16種의 棲息을 확인한 바 있고 약 73%가 clearcut 區에 集中分布한 것은 捕食性먹이의 分布와 相關이 있었음을 강조하였다. 이러한 現狀은 落葉과 같은 多量의 有機物이 細菌이나 菌類등에 의하여 植物遺體의 增加와 分解速度에 影響을 받아 벌채 2年뒤부터 파리目과 딱정벌레目的 반날개昆蟲이 급격히 增加한다고 하였으며 여름의 高溫과 植物遺體의 被覆으로 土壤水分이 일정하게 유지되었기 때문이라는 報告와 一致하였다(Huhta et al. 1967).

딱정벌레科의 *Harpalus* sp, *Promecognathus crassus*, *P. herclaneus* 등이 優占種으로 나타났으며 plot 1과 2(young-growth)에 集中分布한다는 Mispagel & Rose(1978)의 報告와 비슷하였다. 그러나 잎벌레科의 優占種인 *Pyrrhalta carbo*를 확인 못한 것은 young-growth區에 대한 자료의 부족이 原因으로 여겨질 뿐 分布相은 같은 것으로 추측된다(Vogetlin 1982, Cassis 1984). 이러한 경향은 해에 따라 同一地域에서 節肢動物의 分布相이 植物遺體의 分解, 土壤의 物理的構造의 變化와 草本植物의 生育開始 등으로 오히려 個體數가 감소된다는 報告와 一致한다(Wallwork 1976). 樹令에 따라 分布特性이

Table 1. List of soil microarthropods of each species or taxon collected from Douglas-fir stands by pitfall trapping in the H.J. Andrews Expt. Forest Oregon

Taxa	Abundance ^a	Season ^b	Stage ^c	Plot ^d
Collembola				
Poduridae				
Hypogastrura(Ceratophysella) pseudoarmata(Folsom)	****	3.4.	imm, adult	2.3.4
Neanwra setosa Canby	****	2.3.	imm, adult	2.3.4
Xemylla humicola(O. Fabricius)	****	2.3.4.	imm, adult	2.3.4
Isotomidae				
Isotoma(Desorbia) sp. cf. nigrifrons(Folsom)	****	1.4.	imm, adult	3.4
Isotoma(Vertagopus) arborea(L)	***	1.4.	imm, adult	2.3.4
Isotoma(Pseudisotoma) monochaeta Kos.	***	1.4.	imm, adult	2.3.4
Isotoma(Pseudisotoma) sensibilis Tullberg.	***	1.4.	imm, adult	2.3.4
Metisotoma grandiceps(Reuter)	**	1	adult	3.4
Tetracanthella christianseni Cassagnau	****	1.2.3.4.	imm, adult	3.4
Entomobryidae				
Entomobrya triangularis Schott.	***	1.2.3.4.	adult	3.4
Entomobrya unostrigata Stach	****	3	imm, adult	3.4
Sinella sexoculata(Schott)	*	2	imm, adult	3.
Sminthuridae				
Arrothalites diversus Mills	***	1.4.	imm, adult	3.4
Dicyrtoma(Ptenothrix) beta Christiansen & Bellinger	****	1.4.	imm, adult	3.4
D. maculosa(Schott)	***	1.4.	imm, adult	3.4
Sminthurinus quadrimaculatus(Ryder)	****	1.4.	imm, adult	3.4
Psocoptera				
Liposcelidae				
Liposcelis sp.	****	1.2.3.4.	imm, adult	1.3
Elipsocidae				
Reuterella helvimacula(Enderlein)	****	2.3.	imm, adult	1.3
Ectopsocidae				
Ectopsocus sp.	***	2.3.	imm, adult	1.3
Amphipsocidae				
Teliapsocus conterminus(Walsh.)	****	2.3.	imm, adult	1.3
Thysanoptera				
Aeolothripidae				
Aeolothrips fasciatus L.	**	2.3.	adult	1.2.3.4
A. vittatus Haliday	***	2.3.	adult	1.2.4
Thripidae				
Sericothrips variabilis Beach	**	2.3.	adult	1.2
Chirothrips mexicanus Crawford	**	2.3.	adult	1.2
Aptinothrips rufus(Gmelin)	**	2.3.	adult	1.2.4
Chilothrips pini Hood	**	2.3.	adult	1.2
Frankliniella conspicua Moulton	**	2.3.	adult	1.2
F. occidentalis(Perg.)	**	2.3.	adult	1.2
F. insignis Moulton	*	2.3.	adult	1.2
Oxythrips quercicola Bagnall	****	1.2.3.	adult	1.2
Stomatothrips brunneus Crawford	**	2.3.	adult	1
Taeniothrips ehrharnii(Moulton)	**	2.3.	adult	1
T. orionis Treherne	**	2.3.	adult	1.2
Phlaeothripidae				
Adraneothrips saturatus Cott	**	2.3.	adult	1.2
Haplothrips niger(Osborn)	***	2.3.	adult	1.2
Leptothrips sp.	****	2.3.	adult	1.2

Table 1. Continued

Taxa	Abundance ^a	Season ^b	Stage ^c	Plot ^d
Hemiptera				
Berytidae				
<i>Acanthophysa echinata</i> Ubler	**	2. 3.	adult	1. 2
Coleoptera				
Staphylinidae				
<i>Olophrum stouti</i> Hetch	****	1. 3. 4.	adult	1. 2
<i>Omalius</i> sp.	**	1. 4.	adult	1. 2
<i>Xylodromus depressus</i> Gravenhorst	***	1. 2. 4.	adult	1. 2
<i>Anthobium sinuosum</i> Hatch	****	3. 4.	adult	1. 2
<i>Amphichnoum maculatum</i> Horn	***	1. 2.	adult	1. 2
Cucujidae				
<i>Cucujus clavipes</i> F.	**	2.	adult	1. 2
<i>Laemophloeus biguttatus</i> Say	*	2.	adult	1. 2
<i>Pediacus depressus</i> Herbst	*	2.	adult	1. 2
<i>Silvanus bidentatus</i> F.	*	2.	adult	1. 2
Mycetophagidae				
<i>Mycetophagus californicus</i> Horn	*	2.	adult	1. 2
Nitidulidae				
<i>Colopterus truncatus</i> Rand	**	1. 2.	adult	1
<i>Epuraea ambigua</i> Mannerheim	**	1. 2.	adult	1
Throscidae				
<i>Trixagus mendax</i> (Horn)	**	2. 3.	adult	1. 2
Dermestidae				
<i>Trogoderma</i> sp.	*	3.	adult	1. 2
Anobiidae				
<i>Stegobium paniceum</i> (L.)	**	2. 3.	adult	1. 2
Cleridae				
<i>Enoclerus eximius</i> Mannerheim	***	2. 3.	adult	1. 2
Oedemeridae				
<i>Ditylus gracilis</i> Leconte	**	2.	adult	1. 2
Carabidae				
<i>Amara littoralis</i> Mann.	**	3. 4.	imm, adult	1
<i>A. sinuosa</i> Csy.	**	2. 3.	imm, adult	1
<i>Amara</i> sp.	**	2. 3.	imm, adult	1
<i>Apristus constrictus</i> Csy.	**	2. 3.	imm, adult	1
<i>Bembidion osculans</i> Csy.	**	2. 3. 4.	imm, adult	1. 2
<i>Cychrus tuberculatus</i> Harr.	****	3. 4.	adult	1. 2. 3. 4
<i>Harpalus</i> sp.	****	3. 4.	adult	1
<i>Microlestes</i> sp.	***	2. 3. 4.	imm, adult	1. 2
<i>Notiophilus sylvaticus</i> Esch.	**	2. 3. 4.	adult	1. 2
<i>Promecognathus crassus</i> LeC.	****	3. 4.	adult	1. 2. 3. 4
<i>Pterostichus amethystinus</i>	**	3. 4.	imm, adult	2. 4
<i>P. castaneus</i> Dej.	**	2. 3. 4.	imm, adult	1. 2. 4
<i>P. herculeanus</i> Mann.	****	2. 3. 4.	imm, adult	1. 2. 3. 4
<i>P. inopinus</i> Csy.	***	2. 3. 4.	adult	1. 2. 4
<i>P. lama</i> Men.	***	2. 3.	imm, adult	1. 2. 3. 4
<i>Scaphinotus angulatus</i> Harr.	**	3. 4.	imm, adult	3. 4
<i>S. marginatus</i> Fisch.	**	2. 3.	imm, adult	1. 2
<i>S. rugiceps</i> Horn	**	2. 3.	imm, adult	3
<i>Zacotus matthewsii</i> Lec.	**	2. 3.	imm, adult	3. 4

Table 1. Continued

Taxa	Abundance ^a	Season ^b	Stage ^c	Plot ^d
Curculionidae				
<i>Dyslobus granicollis</i> Lec.	**	2	adult	2
Scolytidae				
<i>Gnathotrichus sulcatus</i> (LeConte)	**	3	adult	1.2
<i>Pseudohylesinus nebulosus</i> (LeConte)	***	1.2.	adult	1.2
Colydiidae				
<i>Aulonium tuberculatum</i> Lec.	**	2	imm, adult	1.2
Pselaphidae				
<i>Cylindrarctus longipalpis</i> (Lec.)	*	3	adult	1.2.4
Diptera				
Mycetophilidae				
<i>Allodia</i> sp.	**	1.4.	adult	1.2
<i>Mycetophila falcata</i> Johannsen	****	1.4.	adult	1.2.3
<i>Sceptonia</i> sp.	**	4	adult	1.2
Cecidomyiidae				
<i>Contarinia</i> spp.	****	1.4.	imm	1.2.3
<i>Dasineura</i> sp.	***	1.4.	adult	1.2
Calliphoridae				
<i>Calliphora tesraenovae</i> Macguart	*	3	adult	1
Hymenoptera				
Formicidae				
<i>Camponotus noveboracensis</i> (Fitch)	***	2.3.	adult	1.2
<i>C. modoc wheeler</i>	**	2.3.	adult	1.2
<i>C. vicinus</i> Mayr	***	2.3.	adult	1.2
<i>Leptothorax sugatulus</i> Emery	***	2.3.	adult	1.2
<i>Formica fusca</i> L.	***	2.3.	adult	1
<i>F. marcida</i> Wheeler	**	2.3.	adult	1.4
<i>F. neoclara</i> Emery	**	2.3.	adult	1.2
<i>Solenopsis validiuseula</i> Emery	***	2.3.	adult	1.2
<i>Stigmatomma oregonensis</i> Wheeler	**	2.3.	adult	1.2
<i>Tapinoma sessike</i> (Say)	***	2.3.	adult	1.2
Acari				
Gamasida				
Parasitidae				
<i>Schizothetus vicarius</i> Athias-Henriot	**	1.2.3.4.	adult	1.2
Phytoseiidae				
<i>Typhlodromus</i> sp.	****	1.2.3.4.	adult	1.2
Oribatida				
Eremaeidae				
<i>Eremaeus</i> spp.	****	1.2.3.4.	imm, adult	1.2
Gymnodamaeidae				
<i>Gymnodamaeus ornatus</i> Hammer	****	1.2.3.4.	imm, adult	1.2
Liodidae				
<i>Platyliodea maeropriones</i> Woolley & Higgins	***	1.2.3.4.	adult	1.2
Oribatulidae				
<i>Phauloppia</i> sp.	****	1.2.3.4.	imm, adult	1.2
<i>Scleroribates</i> sp.	****	1.2.3.4.	adult	1.2

^a Abundance *: one specimen
 **: 2~10 specimens
 ***: 11~30 specimens
 ****: 31 or more specimens

^b Season 1: Jan.-March
 2: April-May
 3: June-Sept.
 4: Oct.-Dec.

^c Plot 1: Clear-Cut
 2: Young-growth
 3: Mid-growth
 4: Old-growth

^e Stage: imm: immature

달랐는데 山林腐葉層의 性質이 礦物質土壤과 混合된 中性이거나 弱알카리성인 mull humus層, 落葉아래층과 礦物質土壤의 上層에 뚜렷한 層을 形成한 酸性인 mor humus로 區分되었던 理由로 생각된다(Wallwork 1976). 또한 건조한 토양과 습한 토양조건에서 딱정벌레目的의 分布特性을 調査比較한 結果는 반날개科(건조구), 딱정벌레科(습한구)로 本成積에 나타난 것과 같았다.

파리目的의 分布

表에서와 같이 3科 6屬 6種이 同定되었다. *Mycetophila falcata*와 *Contarinia* spp.가 優占種이며 發生량이 많았고 plot 1, 2, 3區에 고루 分布하였다. *Contarinia*屬의 흑파리는 針葉樹의 충영형성 昆蟲으로 알려졌으며 일부 地域은 被害가 報告된 바 있다. 각다구科, 흑파리科, 등에모기科와 *Mycetophilidae* 昆蟲이 山林土壤에 棲息하는데, 특히 흑파리류는 주로 山間地에 棲息한다. 그러나 검정파리科는 土壤有機物의 分解過程에 出現하여 落葉의 부패와 관계가 있으며 幼虫은 건조에 견딜 힘이 매우 강하여 clear-cut 區의 選好와 分布特性이 一致하였다(Kühnelt 1961).

벌目的의 分布

Mispagel & Rose(1978)는 Douglas-fir 植生地の 土壤節肢動物의 分布調査結果 벌目에서 개미科를 비롯하여 11科의 分布相을 報告하였다. 表에서와 같이 개미科의 6屬, 10種은 대부분 plot 1에 集中되었었고 기온이 높은 時期에 發生량이 많았다. 이들중 *Camponotus*, *Formica*屬이 優占群이었다. 개미의 分布는 山林土壤 및 落葉層이 풍부한 地域에 편중된 경향을 보여주고 있으나(Deyrup 1975) 어떤 環境要因이 分布에 影響을 미치는지는 명확하지 않다(Wallwork 1970). *Camponotus* spp, *Formica rufa*와 *Crematogaster* sp가 썩은 木材性 有機物이 많은 곳에서 發見되고 있다는 報告는 本 調査의 結果와 一致하였다(北澤 1973, Mispagel & Rose 1978, Voegtlin 1982). 이들중 *Formica fusca*(공개미)는 新·舊北區에 分布하는 擴域種으로 우리나라의 山坳에서도 發見된다.

응애目的의 分布

表에서 보는 바와 같이 2亞目, 6科, 7屬, 7種이 分布하였다. 응애는 土壤에 서식하는 中動物相群集이며 中氣門, 前氣門류는 捕食, 날개 응애인 隱氣門類는 一次的 枯食者로 群集을 代表한다. 날개 응애류는 季節에 關係없이 年中 發生하였고 棲息地는 plot 1과 2에 편중되어 礦物性土壤의 有機質層에 發生량이 많았다. 특히 腐植層에서는 특토기類보다도 豊富한 發生량을 보였다. Gamasida 亞目的 *Typhlodromus* sp, 날개 응애亞目的 *Eremaeus* spp., *Gymnodamaeus ornatus*, *phauloppia* sp.와 *Scleroribates* sp. 등 4種이 優占種이었다. 그러나 날개 응애의 垂直移動은 土壤內 腐植物이나 根系과 깊은 相關을 갖고 있으며 地中 100~200 cm 範圍에도 棲息하며 겨울철을 除外한 年中時期에는 日中, 季節移動현상이 나타나므로 標本採取 技術에 따라 結果가 다를 수 있다고 생각된다(Wallwork 1970, Krivolutsky 1975). 이러한 結果는 季節發生, 集團動態 및 日中垂直移動현상등이 土壤型에 따라 特異性을 보이므로 分布相의 complex가 인정되며 即 土性에 對한 指標가 될 것으로 본다.

引用 文 獻

- Ananthkrishnan, T.N. 1964. A contribution to our knowledge of the Tubulifera (Thysanoptera) from India. Opusc. ent. Suppl. 25 : 120.
- Ananthkrishnan, T.N. 1973. Mycophagous Thysanoptera IV. Orient. Insects 6 : 425~437.
- 青木淳一. 1962. 奥日光のササラダニ群集構造と植生および土壤との關聯 II. 日生態誌 12 : 203~216.
- 青木淳一. 1963. 奥日光のササラダニ群集構造と植生および土壤との關聯 IV. 日生態誌 13 : 139~151.
- 青木淳一. 1973. 土壤動物學 814pp. 北隆館, 東京.
- Balogh, J. 1961. Identification keys of world oribatid (Acari) families and genera. Acta Zool. hung., 7, 243~344.
- Bedard, W.D. 1938. An annotated list of the insect fauna of Douglas-fir (*Pseudotsuga mucrona* Rafinesque) in the northern rocky mountain region. Can. Ent. 70 : 188~197.
- Bellinger, P.F. 1954. Studies of Soil fauna with special reference to the collembola. Bull. Conn. agric. Exp. Stan., 67pp.
- Cassis, G. 1984. Invertebrates of the H.J. Andrews Experimental Forest. Western cascade Mountains, Oregon (Draft Copy) 73p.

- Christiansen, K. 1964. Bionomics of collembola. *Ann. rev. Ent.* 9 : 147~178.
- Deyrup, M.A. 1975. The insect community of dead and dying douglas-fir I. Hymenoptera US/IBP Coniferous Forest Biome, Ecosystem Analysis Studies. *Bull.* 6, 104p.
- Dhillon, B.S. & N.H.E. Gibbson. 1962. A study of the Acarina and Collembola of agricultural soils. II. *Pedobiologia* 1 : 189~209.
- Duncan, K.W. 1969. The ecology of two species of terrestrial Amphipoda (Crustacea: Talitridae) living in waste grassland. *Pedobiol.* 9 : 323~341.
- Dunger, W. 1964. *Tiere im boden, znmensen, willemburg lutherstadt.* 265p.
- Franklin, J.F. & C.T. Dyrness. 1973. Natural vegetation of Oregon and Washington. USDA For. Ser. Gen. Tech. Rept. PNW-8, 417p.
- Garay, I. 1980. The effects of trampling on the fauna of a forest floor I. *Int. Soil Zool. colloqu.* 200~212.
- Gill, R.W. 1969. Soil microarthropod abundance following old-field litter manipulation. *Ecology* 50 : 805~816.
- Glasgow, J.P. 1939. A population study of subterranean soil collembola. *J. Anim. Ecol.* 8 : 323~353.
- Greenslade, P.J. 1964. Pitfall trapping as a method of studying populations of carabidae (Coleoptera). *J. Anim. Ecol.* 33 : 301~310.
- Hale, W.G. 1966. A population study of moorland Collembola. *Pedobiologia* 6, 65~99.
- Huhta, V. 1971. Succession in the spider community of the forest floor after clear cutting. *Ann. Zool. Fennici* 8 : 483~542.
- Huhta V., E. Karppinen, M. Nurminen & A. Valpas, 1967. Effect of silvicultural practices upon arthropod, annelid and nematodes populations in coniferous forest soil. *Ann. Zool. Fenn.* 4 : 87~143.
- 今立源太良. 1970. *動物系統分類學 7卷下 A.* 344~399. 東京.
- Kaczmarek, M. 1975. Influence of humidity and specific interactions on collembolan populations in a pine forest. *Progress in Soil Zool.* 333~339.
- Karg, W. 1967. Synkologische untersuchungen von bodenmilben aus forstwirtschaftlich und landwirtschaftlich genutzten böden. *Pedobiol.* 7 : 198~214.
- Karppinen, E. 1958. Untersuchungen über die oribatien (Acar.) der waldböden von Hylocomium-Myrtillus-type in nordfinnland. *Ann. ent. Fenn.* 24 : 149~168.
- 北澤右三. 1973. *土壤動物生態學*, 共立出版(株) 170p. 東京.
- Krivolutsky, D.A. 1975. Oribatid mite complexes as the soil type bioindicator-*Int. Progress in Soil Zool.* 217~221.
- Kühnel, W. 1961. *Soil biology with special reference to the animal kingdom*, Faber, 397p. London.
- Lebrun, P. 1965. Quelques caractéristiques des communautes d'oribates (Acari : oribatei) dans trois biocénoses de Moyenne Belgique. *Oikos* 16 : 100~108.
- Lewis, T. 1970. Patterns of distribution of insects near a windbreak of tall trees. *Ann. appl. Biol.* 65, 213~220.
- Lewis, T. 1973. Thrips their biology, ecology and economic importance. Academic Press. 349p. London.
- Luff, M.L. 1975. Some features influencing the efficiency of pitfall traps. *Oecologia* 19 : 345~357.
- Luxton, M. 1982. General ecological influence of the soil fauna on decomposition and nutrient circulation. *Oikos* 39 : 355~357.
- Macfadyen, A. 1964. Relations between mites and micro-organisms and their significance in soil biology. *Acarologia H.S.* : 147~149.
- Metz, L.J. & D.L. Dindal. 1980. Effects of fire on soil fauna in north america. *Proc. VII. Int. Soil Zool. Colloq.* 450~459.
- Mispagel, M.E. & S.D. Rose. 1978. Arthropods associated with various age stands of Douglas-fir from foliar, ground, and aerial strata, IBP. Ecosystem Analysis studies. *Conif. For. Biome Bull.* 31, 55p.
- Mound, L.A. 1974. Spore feeding thrips (phlaeothripidae) from leaf litter and dead wood in Australia. *Aust. J. Zool. Suppl.* 27 : 1~106.
- Mound, L.A., G.D. Morrison, B.R. Pitkin & J.M. Palmer. 1976. *Thysanoptera. Handbk Ident. Br. Insects. Vol. 1. Part 11*, 79p.
- New, T.R. 1971. An introduction to the natural history of the British Psocoptera. *Entomologist* 104 : 59~97.
- New, T.R. 1974. *Psocoptera. Handbk Ident. Br. Insects vol. 1. Part 7*, 102p.
- Palmer, J.M. & L.A. Mound 1978. Nine genera of fungus-feeding Phlaeothripidae (Thysanoptera) from the Oriental Region. *Bull. Br. Mus. nat. Hist. (Ent.)* 37(5) : 153~215.
- 白雲夏. 1981. 날개웅에의 研究方法. *서울大農開研報* 2 : 46~63.
- Poole, T.B. 1961. An ecological study of the Collembola in a coniferous forest soil. *Pedobiologia* 1, 113~137.
- Sacharov, N. 1930. Studies in the cold-resistance in insects. *Ecology* 2 : 505~517.
- 澤田高平. 1970. 亞寒帯および温帯林生態系の生物生産力. *志賀山特別研究地域報告*, 88~101.

- Southwood, T.R.E. 1966. *Ecological methods with particular reference to the study of insect populations*. Methuen. 391p. London.
- Tolbert, W.W. 1975. The effects of slope exposure on arthropod distribution patterns. *Am. Midland Nat.* 94 : 38~53.
- Uetz, G.W. 1975. Temporal and spatial variation in species diversity of wandering spiders (Araneae) in deciduous forest litter. *Environ. Entomol.* 4 : 719~724.
- Vannier, G. 1980. Use of microarthropods (mites and spring tails) as valuable indicators of soil metabolic activity. *Proc. VII. Int. Soil Zool. Colloq.* 592~603.
- Voegtlin, D.J. 1982. Invertebrates of the H.J. Andrews Experimental Forest, Western Cascade Mountains, Oregon: A survey of Arthropods associated with the canopy of Old-Growth *Pseudotsuga menziesii*. *For. Res. Lab, OSU. Special Publ.* 4. 31p.
- Wallwork, J.A. 1970. *Ecology of soil animals*. 283 p. McGraw-Hill, London.
- Wallwork, J.A. 1976. *The distribution and diversity of soil fauna*. Academic Press. 331p. London.
- Waring, R.H. & J.F. Franklin. 1979. Evergreen coniferous forests of the pacific Northwest. *Science* vol. 204 : 1380~1386.
- Woo, K.S., H.Y. Choo & K. Chung. 1987. Studies on the fauna of the soil microarthropods in forest floor. *Korean J. plant prot.* 26 : 133~138.
(1989년 5월 25일 접수)