

잣나무 造林地內 土壤微小節肢動物相에 關한 研究 3. 土壤微小節肢動物의 種類와 分布

Soil microarthropods fauna in plantations of the Korean pine (*Pinus koraiensis* S. et Z.)
3. Population densities of soil microarthropods

權 寧 立¹
Young Rib Kwon¹

ABSTRACT This study investigated the composition and distribution of the soil microarthropods community in plantations of the Korean pine (*Pinus koraiensis* SIEB. et ZUCC, the Sudong area, Namyangju-gun, Korea), which had been planted in different years. The soil samples intended to collect soil animals were taken monthly from June 1988 to July 1989. The composition of soil microarthropods community included Arachnida, Chilopoda, Insecta, Collembola, Diplopoda, Crustacea, and Symphyla. The Acarina were composed of 82.4% of Cryptostigmata, 8.0% of Mesostigmata, 7.9% of nymphs, and 1.7% of others. The Insecta included six orders including Hymenoptera (65.8%) and Diptera (13.9%). Population densities increased from when the plantations were first established until the planting were 25 years old, after which they declined. Population densities of the soil microarthropods were highest in July and lowest in January. The Collembola/Acarina ratio is 0.16 overall, and was highest in January and lowest in August.

KEY WORDS Soil, microarthropods, Korean pine, fauna.

초 록 自然林을 皆伐하고 잣나무를 人工造林했을 때 造林年數의 經過에 따라 그 林相 土壤에 棲息하는 土壤微小節肢動物의 群集에 對한 變化를 調査하기 爲해 京畿道 南楊州郡 水洞地域에서 1988年 6月부터 1989年 5月까지 每月 1回씩 6地域을 調査하여 土壤微小節肢動物의 群集構成과 分布變化를 調査한 結果를 要約하면 다음과 같다. 土壤微小節肢動物의 構成은 거미綱, 昆蟲綱, 獨托기綱, 지네綱, 노래기綱, 蟻綱, 갑각綱의 7綱이었고, 거미綱중 응애目은 날개응애류가 82.4%, 中氣門亞目이 8.0%, 若蟲이 7.9%, 其他가 1.7%이었으며, 昆蟲綱은 벌目(65.8%), 파리目(13.9%) 등 6目이 包含되어 있다. 造林年數의 經過에 따른 密度變化는 造林後 3년부터 25년까지는 增加했으나 造林後 25年以後부터는 減少하는 傾向으로 나타났다. 季節的으로는 6월에 가장 높은 密度를 나타냈고 1월에 가장 낮은 密度를 나타냈다. 獨托기/응애의 構成比는 0.16이었으며, 1월에 가장 높고 8월에 가장 낮은 比率로 나타났다.

검 색 어 土壤微小節肢動物, 잣나무 造林地, 分布相

土壤動物의 役割에 對해서 Kevan(1955)은 土壤動物이 落葉을 粉碎하므로써 微生物로 하

여금 植物遺體의 分解를 돕게 하며, 土壤을 耕耘하므로써 有機物과 土壤을 混合, 攪拌하는 役割을 하고 微生物相에 새로운 培地를 提供하는 作用에 의해서 土壤의 理化學的 性質에 여

1. 全羅北道農村振興院(Chon buk provincial RDA, Iri 570-140, Korea)

리가지 影響을 미친다고 했다.

이러한 動物들은 地理的, 物理化學的, 物物的 要因의 條件에 의해서 分布에 影響을 받게 된다.

植生이 다른 地域에서 土壤 중의 微小動物과 날개응애상을 比較한 결과 植生에 따른 날개응애류와 土壤微小動物이 質的·量的 分布가 다르게 나타나는데 이것은 腐植의 質的·量的 差異에 의한 土壤의 容重·粒團構造 등의 物理的 性質 때문이라고 報告한 바 있다(靑木 1961, 森川 等 1959).

잣나무 造林地는 人爲的인 干涉이 거의 없는 自然的인 狀態에서 伐木으로 인해서 地上部 環境이 갑자기 바뀌게 되고 잣나무를 造林함으로써 地下部 環境이 바뀔 뿐아니라 잣나무가 자람에 따라 群落形成 및 林木의 生長量이나 現存量에 차가 생기게 된다. 잣나무 落葉이 축적됨으로써 分解될 有機體가 質的으로나 量的으로 變化하여 土壤環境에 影響을 미치며, 日射光線量, 溫度, 濕度 등이 土壤微環境을 變化시켜 直接, 間接으로 分解에 關與하면서 土壤中에 棲息하고 있는 土壤動物에 많은 影響을 미칠 것으로 생각된다.

본 研究는 土壤生態系의 重要한 몫을 擔當하고 있는 土壤微小節肢動物에 대해서 自然林을

皆伐하고 잣나무를 造林했을 때 造林年數의 經過에 따라 土壤中 微小節肢動物의 群集과 環境條件에 대한 動物들의 變化에 대해서 調査하였던바, 前報에서는 날개응애種의 構成(權과 崔 1992)과 날개응애類의 季節的 變動(權等 1992)들을 報告하였다. 本報에서는 土壤微小節肢動物의 密度와 分布相을 中心으로 結果를 整理하여 報告하는 바이다.

재료 및 방법

調査地域의 概要

調査地域은 京畿道 南楊州郡 水洞面 水山里 (37° 40'~37° 45'N, 127° 15'~127° 27'E) 一帶로 傾斜가 급하고 地勢가 比較的 平坦하며 全體的으로는 참나무類를 비롯한 落葉樹林으로 이루어져 있으며 10餘年生 소나무가 散在하고 있었다. 잣나무의 造林方法은 自然落葉樹林을 造林年度 前年の 가을에 皆伐하여 이들을 除去한 後 다음 해 봄에 5年生 잣나무 苗木을 平均 1.83m 間隔의 正方形으로 심었으며 林畝는 造林後 3, 5, 15, 25, 50, 60年 經過한 造林地이었다.

各 調査地域別의 具體的인 概要는 前報(權과 崔 1992)와 같으며 표1에 整理한 바와 같다.

Table 1. Site characteristics

Item	Years after transplanting					
	3	5	15	25	50	60
Altitude(m)	168	188	178	92	122	258
Slope aspect	E	N	NW	N	NW	E
Slope degree(°)	24	27	22	23	4	31
Topography inclination	M	L	L	L	L	L
Survey area(m x m)	10×10	10×10	10×10	10×10	10×10	10×10
Height of tall tree layer(m)			11-12	12-13	14-16	13-15
Coverage of tall tree layer(%)			90	85	90	70
DBH of widest tall tree(cm)	9.6	11.2	20.2	22.2	27.3	40.2
Height of suball tree layer(m)	2-6	2-8	2-6	2-6	2-6	2-6
Coverage of tall tree layer(%)	90	90	15	5	20	30
Coverage of shrub layer(%)	40	95	10	90	95	90
Coverage of herb layer(%)	80	25	60	50	40	10
No. of plant species	62	41	47	55	56	33

DBH : Diameter of breast height, M : Middle part of slope, L : Lower part of slope

試料의 採取 및 處理

土壤採取區域은 各 調査區別로 400m²(20m×20m)의 區域을 設定하고, 1988年 6월부터 1989年 5월까지 每月 1회씩 採取하였다.

土壤採取는 10×10×5 cm의 함석 각통을 使用하여 中心點과 頂點部에서 合計 5個를 採取하여 한 區의 標本으로 하였다.

採取한 土壤의 量은 區當 2,500cc씩으로 採取하였으며, 採取한 土壤은 實驗室로 옮겨 Tullgren funnel에 넣어 72時間 동안 動物을 抽出하고 抽出된 動物은 80% ethyl alcohol에 固定하여 解剖顯微鏡을 使用하여 검정하였고, 응애는 slide標本을 만들어 同定하였다.

결과 및 고찰

土壤 中에 棲息하는 節肢動物에 대하여 Wallwork(1976)는 5群으로, 青木(1980)와 渡邊(1973)는 7綱 39目으로 分類 報告하였다. 本 調査에서 採集된 節肢動物의 群集은 表 2에서 보는 바와 같이 거미綱, 昆蟲綱, 특토기綱, 倍脚綱, 唇脚綱, 結合綱, 甲殼綱 등의 7綱에 42,373個體가 調査되었다.

거미綱은 35,628個體로 84.1%의 가장 높은 比率을 보였으며, 특토기綱이 4,558個體, 10.8%로 나타나 이들 2群의 合計가 94.8%로 絶對 優位를 보였다. 이와같은 結果는 Crossly 等 (1960)이 報告한 Acarina 82.9%, Collembola 12.2%, Others 3.6%의 構成比나 Chiba等 (1975)이 報告한 Acarina 54.1%, Hymenoptera 16.6%, Collembola 10.4, Diptera 5.4%의 結果 그리고 Wallwork(1971)이 報告한 Acarina 약 90%, 其他 動物 10%의 報告 結果 외에 여러 報告들에서 비슷한 傾向을 볼 수 있다(Sheals 1957, Bohnsack & Kurt 1954, Park & Auerbach 1954, Lunn 1939).

응애類는 農作物, 果樹, 山林等 廣範圍한 寄主植物을 갖고 있는 節肢動物群으로서 增殖力이 莫大한 被害를 주어 收穫에 큰 影響을 미치기도 하며, 中氣門과 前氣門類는 捕食, 날

개응애인 隱氣門類는 一次的 腐食者로 群集을 代表하는데, 거미綱中에서는 응애目이 35,524個體, 99.7%로 大多數를 차지하였고 이들이 全體 動物에서 차지하는 比率도 83.8%로 가장 높았다.

응애目의 構成은 隱氣門亞目(날개응애類)이 29,256個體로 全體動物相의 69.0%, 응애目의 82.4%였으며, 中氣門亞目이 2,841個體로 다음 順이었다. 이러한 結果는 날개응애류는 土壤微小動物중에서 가장 密度가 높은 群集으로서 그들의 食性은 대체로 植物의 遺體를 分解하는 種이 壓倒的으로 많으며, 棲息習性은 腐植層인 0~5cm層에서 주로 棲息하는 것으로 報告한 結果와 一致한다(Chiba 等 1975, 青木 1964, 藤田 等 1976, 森川 等 1959, Russell 1950).

거미綱중 응애目에 대한 比率에 대해서 藤川 (1968)은 날개응애亞目 79.1%, 中氣門亞目 21.3%, 前氣門亞目 2.4%로 報告했으며, Wallwork(1971)은 날개응애亞目 55.8%, 無氣門亞目 33.3%, 前氣門亞目 10.7%, 中氣門亞目 0.8% 등으로 報告하고 있는데 이러한 結果는 調査地域의 棲息環境, 즉 먹이材料, 地形, 飽食性응애의 比率, 其他 動物이나 要因에 의해서 差異가 있는 것으로 생각된다.

昆蟲類는 鬚鬚目, 총채벌레目, 파리目, 딱정벌레目, 벌目(개미科), 나비目 等 6目的 1,794個體가 分類되었으며, 벌目(개미科)은 1,180個體(65.8%), 파리目은 土壤 中에서 幻蟲形態로 採取되었으며 249個體(13.9%)로 나타났다. 이러한 結果로 보아 全體土壤微小節肢動物中에서 응애目과 특토기類가 차지하는 比率은 94.6%로 나타나 그 占有率이 가장 높음을 알 수 있다.

造林年數의 經過에 따른 密度變化를 보면 全體 42,373個體 中 造林後 3年 經過地에서 5,634個體, 5年 經過地에서 5,950個體, 15年 經過地에서 6,469個體, 25年 經過地에서 10,871個體, 50年 經過地에서 7,376個體, 60年 經過地에서 6,073個體로 나타났다. 造林後 3年 經過地(5,634個體)에서 가장 적게 나타났고 造林後

Table 2. Soil microarthropods fauna at each sample site at the Sudong plantation, central Korea (1988~1989)

Arthropod	Years after transplanting						Total
	3	5	15	25	50	60	
Arachnida	4,730	4,759	5,405	10,034	5,927	4,773	35,628
Acarina	4,709	4,734	5,391	10,017	5,918	4,755	35,524
Cryptostigmata	3,985	3,541	4,551	8,694	4,867	3,618	29,256
Prostigmata	77	103	150	90	117	97	634
Mesostigmata	341	745	312	366	532	545	2,841
Nymphs	306	345	378	867	402	495	2,793
Others	24	32	25	75	50	39	245
Pseudoscorpiones	3	8	3	9	3	7	33
Araneae	18	17	11	8	6	11	71
Chilopoda	17	34	31	30	20	19	151
Diplopoda	14	1	4	7	-	4	30
Symphyla	48	29	46	17	39	33	212
Insecta	199	153	163	265	402	550	1,733
Dermoptera	9	-	6	7	3	5	30
Lepidoptera	-	1	5	4	1	4	15
Diptera	27	66	30	52	40	34	249
Coleoptera	20	9	58	22	11	7	127
Hymenoptera	132	70	60	163	264	491	1,180
Hemiptera	5	7	3	16	93	8	132
Collembola	641	952	813	510	984	685	4,558
Crustacea	6	-	1	1	-	1	9
Isoptera	6	-	1	1	-	1	9
Others	6	22	6	7	3	8	52
Total	5,634	5,950	6,469	10,871	7,376	6,073	42,373

25年 經過地(10,871個體)에서 가장 많이 나타남으로서 造林後 3年 經過地에서 造林後 25年 經過地까지는 個體數가 增加했으나 그 以後에는 減少하는 傾向이다. 造林後 3年 經過地에서 가장 적게 나타난 原因은 잣나무 造林作業으로 人爲的인 干涉이 거의 없는 自然的인 狀態에서 伐木으로 인해서 植生の 變化, 山林 微氣候變化, 上, 下層 植生の 울폐도 등 地上部 環境이 크게 바뀌게 되고 또한 잣나무를 造林함으로써 地下部 環境이 破壞됨에 따라 造林當時에는 個體의 密度가 減少된 影響으로 造林後 3年 經過地에서는 적게 나타난 것으로 생각된다.

잣나무 造林後 造成年度가 經過함에 따라 잣나무가 자라게 되고 群落形成 및 林木의 生長量이나 現存量이 增加하게 되어 잣나무 落葉이

蓄積됨으로써 分解될 有機體가 增加하게 된 影響으로 造林後 25年 經過地까지는 動物의 個體數가 漸次 增加된 것으로 생각되며, 造林後 50年과 60年 經過地에서는 日射 光線量, 溫度, 濕度 등이 土壤動物의 個體數를 減少하는 要因으로 作用한 것으로 생각된다.

특히 造林後 25年 經過地에서 두드러지게 많은 個體數를 보이고 있는데 이러한 結果는 造林後 25年 經過地는 調査地域중 海拔이 가장 낮은 地域이며, 1988年 9月 下旬에 잣나무 가지치기와 下草를 除去해서 堆積했으므로 잣나무잎이나 가지 그리고 新鮮한 有機物이 많이 供給되었기 때문에 有機物 含量이 가장 많았고, 이러한 結果가 날개응애의 個體數를 더욱 增加시킨 原因으로 作用되었을 것으로 생각된다.

다(權과崔 1992).

季節的 密度變化는 표3에서 보는 것처럼 1988年 6월에 가장 높게 나타났으며, 1989年 1월에 가장 낮게 나타났다. 이러한 結果는 Chiba 等(1975)의 7, 8月과 1월에 最高密度를 보였다고한 結果와 相異하게 나타났는데 土壤動物의 季節的 變動에 대해서 Price(1973)은 溫度, 水分, 土壤의 物理性 등에 의해서 種에 따라 土層의 上下로 移動하는 種이 있다고 報告하였다. 응애類의 季節的 變動에 대해서 Chiba 等(1975)은 응애類 中에서 降雨量이 過渡하게 많거나 적을 때는 土壤表層에 分布率이 增加하는 種이 많다고 하였다. 특토기類의 季節的 變動에 대해서도 Nilne(1962)은 種이나 해에 따라 다르다고 하였고, Chrisansen(1964)

은 大體的으로 北部 유럽과 美國, 日本에서는 봄과 가을에 最高 密度를 보였으며, 北美와 英國에서는 여름과 겨울에 자주 最高 密度를 나타낸다고 하였는데 室內 實驗을 통해서 특토기의 生殖은 內的要因보다 溫度가 더 깊은 關係가 있다고 했다.

이와 같이 調查期間中 1988年 7月의 降雨量, 8月부터 12月까지의 早拔과 1989年 1月과 2月의 氣溫이 例年에 비해서 높게 經過된 影響 등도 密度를 左右하는 要因이라고 생각되며, 季節에 따른 植生の 有機物 種類와 熟成 程度에 따른 物理性 그리고 落葉에서 抽出되는 化學物質의 變化 등이 季節的 變動에 影響을 끼쳤을 것으로 생각된다(權 等 1992).

Table 3. Monthly changes in number of microarthropods individuals collected

Arthropod	1988					1989							Total
	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	
Arachnida	5,229	3,303	2,602	2,797	2,391	2,544	2,810	1,865	2,946	2,783	3,177	3,181	35,628
Acarina	5,223	3,297	2,589	2,792	2,380	2,531	2,801	1,856	2,934	2,779	3,169	3,173	35,524
Cryptostigmata	4,254	2,466	1,957	2,179	1,685	1,826	2,482	1,566	2,542	2,496	2,796	3,007	29,256
Prostigmata	300	48	29	30	125	20	7	13	27	16	11	8	634
Mesostigmata	320	434	289	375	336	328	169	142	182	128	69	69	2,841
Nymphs	349	349	314	208	234	357	143	135	183	139	293	89	2,793
Others	29	21	85	29	16	10	4	2	10	13	5	21	245
Pseudoscorpiones	3	2	5	3	4	2	1	3	3		3	4	33
Araneae	3	4	8	2	7	11	8	6	9	4	5	4	71
Chilopoda	22	16	6	35	19	5	5	4	1	6	11	21	151
Diplopoda	6			5	1	4				14			30
Symphyla	46	24	13	21	9	6	17	16	22	21	8	9	212
Insecta	160	201	574	89	176	94	42	78	62	124	28	105	1,733
Dermaptera		17	3	6	4								30
Lepidoptera		5	4	1	1	1	1			1		1	15
Diptera	11	18	11	13	19	11	15	42	24	67	12	6	249
Coleoptera	11	10	8	16	6	13	9	5	5	41	2	1	127
Hymenoptera	138	151	548	52	34	68	17	20	30	14	11	97	180
Hemiptera				1	112	1		11	3	1	3		132
Collembola	905	262	138	228	310	391	543	358	376	436	401	210	4,558
Crustacea		1	1					6		1			9
Isoptera		1	1					6		1			9
Others		3	2	1	1	2	17	3	3	6	9	5	52
Total	6,368	3,810	3,336	3,176	2,907	3,046	3,434	2,330	3,410	3,391	3,634	3,531	42,373

응애에 대한 특토기類의 比率(Co/Ac ratio)은 표4와 5에서 보는 것처럼 調査 地點別로는 造林後 5年 經過地에서 가장 높고 造林後 25年 經過地에서 가장 낮았으며, 季節別로는 1월에 가장 높고 8월에 가장 낮은 比率을 보이고 있는데 全體的으로는 0.16이다. 이러한 結果는 Chiba 等(1975)의 0.19보다는 약간 낮으나 Wallwork과 Rodriguez(1961)의 0.08, Crossley 等(1960)의 0.15, 靑木과 栗城(1978)의 0.14-0.45로 응애類가 優勢했다는 報告들의 結果와 비슷한 傾向을 나타내고 있다.

Co/Ac ratio는 특토기類와 응애類의 生活型,

捕食性응애의 比率, 季節, 地形, 먹이材料, 其他 動物 等の 影響에 의해 比率이 달라진다고 생각하는데 季節的으로는 7, 8, 9월에 낮았고 10월 以後부터는 높은 傾向을 나타내고 있으며, 地域別로는 造林後 25年 經過地에서만 顯著하게 낮은 것으로 나타나고 있는데 이러한 結果는 앞에서 언급한 바와 같이 9月 下旬에 新鮮 有機物이 供給되었기 때문인 것으로 생각되어 新鮮 有機物이 供給되었을 境遇 날개응애가 增減되는지에 대해서는 今後 研究結果로 할 생각이다.

Table 4. Composition of soil microarthropods collected in plantations of the Korean white pine at the Sudong plantation, central Korea

Years after transplanting	Arthropod	1988					1989					Total		
		Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.		Apr.	May
3	Acarina	89.8	77.2	81.3	92.6	80.5	85.9	83.1	73.8	82.0	81.8	71.0	83.2	83.7
	Collembola	5.7	4.9	11.0	5.2	16.1	7.6	12.1	16.0	15.3	12.8	25.0	12.5	10.9
	Others	4.5	17.9	7.7	2.2	3.4	6.5	4.8	10.2	2.7	5.4	4.0	4.3	5.4
5	Acarina	64.7	92.2	87.6	82.6	82.2	84.0	74.4	74.7	88.4	76.1	85.6	74.8	79.6
	Collembola	31.2	5.2	7.9	10.6	11.4	13.7	21.1	20.4	9.9	14.5	10.6	19.9	16.0
	Others	4.1	2.6	4.5	6.8	6.4	2.3	4.5	4.9	1.7	9.4	3.8	5.3	4.4
15	Acarina	79.2	83.0	88.8	88.1	78.3	79.1	85.6	86.7	91.6	61.2	91.3	91.8	83.3
	Collembola	17.9	11.5	2.9	7.7	17.6	19.0	12.0	12.2	5.4	25.3	7.6	3.3	12.6
	Others	2.9	5.5	8.3	4.2	4.1	1.9	2.4	1.1	3.0	13.5	1.1	4.9	4.1
25	Acarina	87.1	91.5	93.3	87.2	96.4	91.4	88.9	90.9	92.6	88.8	93.8	97.1	92.2
	Collembola	9.4	0.5	2.9	7.1	0.6	4.8	9.2	3.8	3.8	7.8	5.6	1.1	4.7
	Others	3.5	8.0	3.8	5.7	3.0	3.8	1.9	5.3	3.6	3.4	0.6	1.8	3.1
50	Acarina	87.4	82.3	71.6	89.7	59.1	89.0	80.0	55.1	72.6	84.0	79.7	84.1	80.1
	Collembola	9.7	8.6	3.3	3.4	15.5	10.5	18.9	42.6	24.7	15.0	18.6	9.1	13.3
	Others	2.9	9.1	25.1	6.9	25.4	0.5	1.1	2.3	2.7	1.0	1.7	6.8	6.6
60	Acarina	80.4	89.6	60.9	83.0	90.9	51.6	74.1	82.8	66.9	80.4	86.4	71.7	78.3
	Collembola	14.4	6.9	2.1	11.7	4.8	34.2	25.2	9.2	28.3	9.1	11.3	14.8	11.3
	Others	5.2	3.5	37.0	5.3	4.3	14.2	0.7	8.0	4.8	10.5	2.3	13.5	10.4
Total	Acarina	82.0	86.5	77.6	87.9	81.9	83.1	81.6	79.7	86.0	82.0	87.2	89.9	83.8
	Collembola	14.2	6.9	4.1	7.2	10.7	12.8	15.8	15.4	11.0	12.9	11.0	5.9	10.8
	Others	3.8	6.6	18.3	4.9	7.4	4.1	2.6	4.9	3.0	5.1	1.8	4.2	5.4

Table 5. Collembola/Acarina ratios at each sample site at the Sudong plantation, central Korea

Years after transplanting	1988							1989					
	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Mean
3	0.06	0.06	0.14	0.06	0.20	0.09	0.15	0.22	0.19	0.16	0.35	0.15	0.15
5	0.48	0.06	0.09	0.13	0.14	0.16	0.28	0.27	0.11	0.19	0.12	0.27	0.19
15	0.23	0.14	0.03	0.09	0.22	0.24	0.14	0.14	0.06	0.41	0.08	0.04	0.15
25	0.11	0.01	0.03	0.08	0.01	0.05	0.10	0.04	0.04	0.09	0.06	0.01	0.05
50	0.11	0.10	0.05	0.04	0.26	0.12	0.24	0.77	0.34	0.18	0.23	0.01	0.19
60	0.18	0.08	0.03	0.14	0.05	0.66	0.23	0.11	0.42	0.11	0.13	0.21	0.19
Mean	0.20	0.08	0.06	0.09	0.15	0.22	0.19	0.26	0.19	0.19	0.16	0.12	0.16

인용문헌

- 青木淳一. 1961. 植生の異なる土ぼう(壤)中における ささらダニ相の比較 -国立における クヌギ林と カヌツ林の場合-. 日應動昆, 5(2): 81~91.
- 青木淳一. 1964. 壤日光の ささらダニ群集構造と 植生 あみぞ 土壤 との 関連. V. 土壤と ささらダニ群集構造. 日生態誌, 14(3): 105~116.
- 青木淳一, 栗城源一, 1978. 森林内につくられた道と 土壤中の 小形節足動物相の 變化, -福島縣土湯温泉附近の 調査例-, 横浜國大環境研紀要. 4(1): 165~174.
- 青木淳一. 1980. 土壤動物學. 東京. 北京館. 814pp.
- 青木淳一, 原田 洋. 1985. 環境保存林の形成と土壤動物群集[特にササラダニ 群集の比較(MGP分析)]. 横浜國大環境研紀要. 10(1): 171~176.
- Bohnsack, Kurt k. 1954. A study of the forest floor arthropods of an Oak-Hickory woods in southern Michigan. Doctorial thesis, Univ. of Mich. Lib.
- Chiba, S., T. Abe, J. Aoki, G. Imadate, K. Ishikawa, M. Kondoh, M. Shiba & H. Watanabe. 1975. Studies on the productivity of soil animals in Pasoh forest reserve, West Malaysia. 1. Seasonal change in the density of soil mesofauna: Acari, Collembola and others. Sci. Rep. Hirosaki Univ. 22(2): 87~124.
- 崔星植. 1984. 光陵地域의 土壤微小節肢動物相 分析에 關한 研究. 圓光大論文集 18: 185~235.
- Christiansen, K. 1964. Bionomics of collembola. Ann. rev. Ent. 9: 147~178.
- Crossley, D. A. Jr. & K. K. Bohnsack. 1960. Long-term ecological study in the oak ridgy area, II The oribatid mite fauna in pine litter, Ecology. 41(4): 628~638.
- 藤田奈奈子, 西出嗣代, 青木淳一. 1976. 三ツ峠山における ささらダニ類の垂直分布. Aacta Arachnol. 27(1): 16~30.
- 藤川徳子. 1968. 北海道 サロベツ 地方の ササラダニ相, 日應動昆, 12(1): 29~33.
- Kevan D. K. McE. 1955. Soil zoology. London, Butterworth Sci publ. 512 pp.
- 權寧立, 崔星植. 1992. 잣나무 造林地內 土壤微小節肢動物相에 關한 研究 1. 날개응애種의 構成. 韓國應用昆蟲學會誌 31(1): 10~22.
- 權寧立, 黃昌周, 朴建鎬, 崔奉柱, 崔星植. 1992. 잣나무 造林地內 土壤微小節肢動物相에 關한 研究 2. 날개응애類의 季節的 變動. 靑雲 李萬相 博士 回甲 紀念 論文集 335~353.
- Lunn, E. T. 1939. The ecology of the forest floor with particular reference to microarthropods. Doctorial thesis, Northwestern Univ. Library.
- Nilne, S. 1962. Phenology of a natural population of soil collembola. Pedobiologia. 2: 41~52.
- 森川國康, 大上正善, 松本札三枝. 1959. 異植生土壤に あける 地中 微動物の 群集 構成について. 日生態誌. 9(5): 189~193.
- Park, O. & S. I. Auerbach. 1954. Further study of the tree-hole complex with emphasis on quantitative aspects of the fauna. Ecology. 35: 208~222.
- Price, D. W. 1973. Abundance and vertical distribution of microarthropods in the surface layers of a California pine forest soil. Hilgardia. 42(4): 121~147.
- Russell, E. J. 1950. Soil conditions and plant growth, (eighth ed.) London, 635 p.
- Sheals, J. G. 1957. The collembola and acarina of

- uncultivated soil, *J. Anim. Ecol.* 26 : 125~134.
- Wallwork, J. A. & J. G. Rodriguez. 1961. Ecological studies on oribatid mites with particular reference to their role as intermediate hosts of Anoplocephalid Cestodes. *J. Econ. Entomol.* 54(4) : 701~705.
- Wallwork, J. A. 1971. Distribution patterns and population dynamics of the microarthropods of a desert soil in southern California. *J. Anim. Ecol.*, 41 : 291~310
- Wallwork, J. A. 1976. The distribution and diversity of soil fauna. Academic Press. 335pp.
- 渡邊弘之. 1973. 土壤動物の生態と観察, 築地書館, 146pp.

(1993년 1월 6일 접수)