

불개미를 利用한 송충의 生物的防除에 關한 研究

金 昌 洵* · 崔 震 植*

Studies on the Biological Control of Pine Caterpillar (*Dendrolimus spectabilis* Butler) by Red Wood Ants (*Formica rufa truncicola* var. *yessoensis* Forel)

Chang Hyo Kim. Jin Sik Choi

Summary

In order to increase utility efficiency of red wood ants, *Formica rufa truncicola* var. *yessoensis* Forel as a resource of natural enemy of pine caterpillar, *Dendrolimus spectabilis* Butler, by finding out ecological and environmental factors in the habitat of red wood ants, the nest distribution and its density in habitat, plant distribution and density, stand-density of red pine, nest building and fixing plants, relative humidity of surface soil, physical and chemical natures of soil, and breeding rate were examined.

The obtained results are summarized as follows:

1. The nest of red wood ants was densely distributed, in the lower-and middle top of mountain but no nest was found in the top.
2. The economical distribution of nest of habitat was estimated as 2.85/m² and the lowest density as 1.95/m² and these estimation lead us to confirm that pine caterpillar could be controlled.
3. The ecological characteristics of habitat seemed to be represented as higher stand-density of red pine of 10—20 years of age with large areas of eroded land under trees. The major grasses prevailing in this area were *Andropogon brevifolius*, *Arundinella hirta*, *Miscanthus purpurascens*, *Eulia speciosa*, *Themeda japonica*, *Cymbopogon goeringii*, and *Eccoilpus cotulifer*.
4. Red wood ants seemed to build the nest by using red pine, *Arundinella hirta*, *Miscanthus purpurascens*, *Themeda japonica* or *Cymbopogon goeringii* as a fixing plant.
5. The limited point of humidity percent in habitat of red wood ants was estimated as 76% during the acting period of May to September and as 72% during pre-period of hibernation of October to November.
6. Soil analysis in habitating region showed higher concentration of organic matters and lower concentration of calcium and magnesium, and habitat was largely composed of silt and fine sand rather than coarse sand.
7. When the separated colony was transplanted to non-habiting red pine forest that seemed to have the similiar conditions as those of habitat, propagation and establishment of nest was possible.

* 慶尙大學

* Gyeongsang University, Jinju, Korea

I. 緒言

松林에 棲息하면서 송충(*Dendrolimus spectabilis* Butler)과 各種 森林害虫을 捕食하기 때문에 송충의 發生과 被害를 抑制하는 天敵으로 알려져 있는 韓國産 불개미는 1916年 故 山村墾三郎氏가 京畿道地域에서 採集하여 송충과 各種 森林害虫에 對한 捕食性 與否와 同定을 寺西暢氏에게 依賴함으로써 비로소 *Formica rufa* 亞屬의 代表種인 *Formica truncicola* var. *yessoensis* Forel(Polydomous ants)로 同定(1916. 寺西暢에 依함)되었을 뿐 이에 對한 生態學的인 研究는 전혀 찾아볼 수 없고 다만 송충을 捕食하면서 棲息하는 1種의 天敵이 아닌가 하는 의문이 傳說로만 남아 있을 뿐이므로, 筆者는 1970年부터 불개미의 捕食性, 習性, 資源 分布 및 移植 등에 關하여 調查한 結果(金昌次, 1973) 송충이 1~3齡虫일 때 捕食하기 때문에 天敵으로서 實際로 役割을 하고 있으며 移植도 可能하므로 利用効率 이 높다는 報告를 한바 있다.

이에 뒤이어 本 報告는 불개미가 어떤 一定한 地域의 松林에 限定되어 分布하여 棲息을 하므로 그의 自然棲息地에 있어서의 生態學的인 環境要因中 制限因子를

試驗地 概況

區	所 在 地	植物의 生育狀態	方向	傾 斜	面 積	備 考
A	慶南晉陽郡晉城面耳川의 118-1	소나무(10-30年生): 密 새類(密) 잔디(疎)	東北	10-40°	25,320 m ²	自然棲置地
B	慶南晉陽郡文山面耳谷	소나무(10-30年生): 密 새類(多), 잔디(多)	南	10-15°	3,000	非棲息地
C	"	소나무(10-20年生): 疎 새類(多), 잔디(多), 아카시아(散在)	東	10-25°	2,500	"
D	"	소나무(30-40年生): 疎 새類(疎), 잔디(疎), 아카시아(散在)	東北	15-30°	2,000	"
E	" 晉州市가호동	소나무(10-15年生): 疎 새類(疎), 잔디(疎)	東南	10-15°	1,000	"

密度

불개미의 自然棲息地(A區)를 山麓部, 山腹部 및 山頂部의 3部分으로 나누고, 불개미의 집(巢)을 크기에 따라 小, 中 및 大로 區別하여 調查하였다.

2) 自然棲息地의 環境要因

① 植物의 分布와 密度

自然棲息地(A區)를 下, 中 및 上部로 나누어 Raunkiaer(1909)의 方形區 調查法에 의하여 各 部마다 1m² 方形區 10區씩 調查하였다.

② 소나무의 立木度

自然棲息地(A區)를 下, 中 및 上部로 나누어 Raunkiaer(1909)의 新形區 調查法에 의하여 各 部마다 100m² 方形區 5區씩 조사하였다. 단 樹高 1m 以下の 것은 除外하고 그 以上の 것만 取扱하였다.

究明함으로써 불개미를 다른 地域의 松林에 人工移植하여 實際로 天敵으로서 利用하는데 基礎資料가 될까 하여 먼저 自然棲息地에 있어서의 불개미 집(巢)의 分布와 棲息密度를 調查하는 同時에 土壤의 物理, 化學的인 性質, 植物의 分布와 密度, 소나무의 立木度, 造巢와 支柱植物 및 地表面의 濕度 등에 關하여 調查하고, 아울러 1972年에 自然棲息地의 불개미를 他地域의 松林에 人工移植한 것을 1975년까지 年次的인 增殖定着의 變動에 關하여 調查한 結果 등을 記述한 것이다.

本 研究는 우리나라 產學協同財團의 研究助成金으로 이루어 졌으며, 아울러 同財團의 支援에 對하여 甚深한 感謝를 表하는 바이다.

II. 材料 및 方法

1. 試驗地 概況

한국산 불개미(*Formica rufa truncicola* var. *yessoensis* Forel)의 自然棲息地 1個所와 非棲息地에 人工的으로 移植한 4個所를 다음과 같이 試驗區로 設定하여 調查하였다.

2. 調查方法

1) 自然棲息地에 있어서 불개미 집의 分布 및 棲息

③ 造巢와 支柱植物

自然棲息地에 있어서 불개미의 造巢에 利用되는 支柱植物을 調查하기 위하여 上記의 A區 外에 筆者가 調查한 自然棲息地中 代表的이라고 生覺되는 4個地域을 다음과 같이 選定하여 조사하였다.

調查地의 概要(調查日: 1975年 8月)

棲 息 地	面積(m ²)
慶南晉陽郡晉城面耳川	25,320
" " 文山面靑谷寺	3,000
" 泗川郡正東面大谷	10,000
" 固城郡上里面自隱	26,400
" 南海郡昌善面砂浦	30,000

④ 地表面의 濕度와 집(巢)의 分布.

불개미집의 分布와 地表面의 濕度와의 關係를 調査코져 불개미가 自然棲息하고 있는 A區를 下, 中 및 上部로 區分하여 Fig. 1과 같이 百葉箱子 12개를 設置하여 關係濕度を 測定하였다.

百葉箱은 高 87 cm, 橫 20×20 cm로 製作한 것이다. 溫度計는 1/5 mm 二重管水銀柱溫度計를 使用하였다. 百葉箱은 地表面에서 10 cm 높이로 設置하고, 溫度計의 말단도 역시 地表面에서 10 cm 높이로 걸어 두고 1975年 5月부터 1週間隔으로 1日 2回(午前 10時, 午後 3時)씩 1975年 11月까지 測定하였다.

⑤ 土壤의 物理 및 化學的 調査方法

自然棲息地와 非棲息地를 比較하기 위하여 前記의 試驗區 5個區에서 아래와 같이 土壤의 物理, 化學的 性質을 調査하였다.

A. 土壤의 採取法

各區마다 上, 中 및 上部에서 각각 任意로 3個所를 選定하여 Soil profile에 따라 1個所에서 3點(1點當 500 gr)씩 採取하여 土壤試料로 하였다.

B. 土壤의 分析方法

a. 化學分析方法

※ 有機物(O.M.) : Walkery Black Method에 依하여 分析定量하였다. 즉 風乾細土한 2 gr의 試料(0.2 mm 체를 通過한 것)를 500 ml Conical 비커에 넣고, 여기에 1 N의 重트롬酸가리 10 ml를 取하여 넣은 후 비커를 흔들어 잘 混合되게한 다음, 여기에 濃硫酸 20 ml를 添加하여 1分間 잘 흔들어 섞어준 후, 이 混合物을 20分~30分間 放置하여 둔 다음, 200 ml의 蒸溜水로 稀釋시키고 나서, 85%磷酸 10 ml, 弗化소-나 固體試料 0.2 gr 및 diphenylamine 30滴을 加하여 잘 흔들어서 混合하면서 第1鐵硫酸암몬溶液으로 逆滴定하였다.

※ Calcium(Ca) : 風乾細土한 試料 5 gr를 100 ml 三角부라스코에 取하고 浸出液(CH₃COONH₄) 500 ml를 加하여 30分間 진탕한 후 No.2 濾過紙로 濾過하여 濾液 5 ml를 100 ml 三角부라스코에 옮겨, 蒸溜水 20 ml를 加한 다음 8 N-NaOH 5 ml를 加하고, 다시 10% NH₂OH·HCl 1 ml를 加한 다음 0.1 gr 정도의 N-N 指示藥을 넣고 0.005 N-EDTA로 滴定하였다.

※ Magnesium(Mg) : Ca와 같은 方法으로 濾過한 濾液 5 ml를 三角부라스코에 取하여 NH₄Cl·NH₄OH(緩衝液) 5 ml를 加한 다음 10% NH₂OH·HCl 1 ml를 加하고, 다시 여기에 E.B.T 0.1 gr 정도 加하여 0.005 N-EDTA로 滴定하였다.

⑥ 物理的 性質 調査

F.A.O의 土壤分析方法으로 分析하였다.

3) 移植試驗

土壤調査에서 設定한 前記의 非棲息地 B.C.D 및 E區를 選定하여 1972年 5月 20日 各區마다 20群(1群은 約 5000—8000頭)씩 10 m 間隔의 平方形으로 分群移植을 한 後, 1972년에는 11월에 1回, 1973년부터 1975년까지는 每年 3回(4月 20日, 8月 20日, 및 11月 20日)씩 造巢에 關한 變動을 調査하였다. 分群移植이라 함은 불개미의 地下巢 바로 위에 솔잎 또는 各種雜物을 모아서 만든 地表巢 內外에 있는 불개미를 地表巢와 함께 亞鉛板으로 製作한 移植用箱子에 잡아 넣어 移植하는 方法으로서 地下巢에 있는 불개미는 남겨두는 方法이다.

Ⅲ. 結果 및 考察

1. 自然棲息地에 있어서 불개미 집(巢)의 分布 및 棲息密度

自然棲息地에 있어서 불개미 집(巢)의 分布와 棲息密度를 究明함으로서, 불개미를 兇蟲의 天敵으로 移植利用할 경우 基礎資料가 될 것으로 思料되므로, 自然棲息地(A區)에서 調査한바 Fig. 1 및 Table. 1과 같이 25,320 m²의 棲息地에 209巢가 分布하는데 下部에 156巢(74.6%) 中部에 53巢(25.4%)로서, 上部 즉 上頂部에는 分布를 볼 수 없었고, 山麓部와 山腹部에 集中分布하며 棲息密度도 높은 것을 알 수 있다.

이와 같이 1種의 불개미가 局所의 棲息地를 限定하여 一定한 場所에서만 分布棲息하고 同一한 棲息地에서도 位置에 따라 分布가 다르게 나타나게 되는 環境要因에 關해서 總合的인 研究을 한 것은 別로 없고 Gösswald(1932), Wheeler(1928), Ito(1971), Andrews(1926) 및 Dreyer & Park(1932) 등이 개미의 分布는 棲息地의 濕도가 分布의 制限因子로 作用된다는 報告를 한바 있고, Talbot(1934) 및 Hayashida(1959, 1960, 1963) 등이 地理的 分布에 있어서 개미相의 研究에서 棲息地選好, 種間의 關係 및 制限因子 등을 生態學的 側面에서 環境要因의 重要性을 暗示한바 있다. 따라서 어떤 限定된 棲息地에서도 高低에 따라 山麓部와 山腹에만 分布하며 집(巢)의 分布와 棲息密度가 높은 몇가지의 生態的인 環境要因으로서 土壤의 物理 및 化學的 性質, 地表面의 濕度, 소나무의 立木度와 鬱閉度, 植物의 分布와 密度 및 造巢에 利用되는 支柱植物의 種類와 密度 등이 불개미의 棲息地를 限定하는 制限因子일 것으로 推測된다.

Eidman(1926), Behrndt(1933), Forbes(1938), Prell(1925), Pickle(1935, 1936, 1937) 및 Stammerg(1937)



Plate 1. The nest of red wood ants built by red pine as supporting materials plants

Table 1. Distribution of nests and density of *Formica rufa truncicola* var. *yessoensis* Forel in the habitat.

Nest	Parts	Lower	Middle	Upper
Large(Mother)	42	26(62%)	16(48%)	—
Middle	55	44(80%)	11(20%)	—
Small(Young)	112	86(77%)	26(23%)	—
Total	209	156(74.6%)	53(25.4%)	

Table 2. Density of nests of *Formica rufa truncicola* var. *yessoensis* Forel in the habitat.

Nests	Total Population	Territory/Nest (Sq. m)	Economic Density/m ²	Lowest Density/m ²
Large(Mother)	95,000	78.5	5.49	3.75
Middle	50,000		2.89	1.97
Small(Young)	3,000		0.17	0.12
Mean	—	—	2.85	1.95

등이 불개미類가 森林에 棲息하면서 各種 森林害虫을 捕食할 경우, 一定한 地域의 森林에 棲息하는 개미집의 數(棲息密度) 및 1巢의 勢力圈 등에 의하여 推定된 經濟密度와 最少密度로서 森林害虫의 被害減少와 불개미의 經濟的 利用效率 등에 關하여 研究한 바 있으나 아직 最少·最大限界에 關한 具體的인 報告를 한 것은 없다.

筆者는 慶南地域에 있어서 불개미의 資源分布調査(金, 1973)를 한바 불개미가 棲息하는 松林에는 송충과 各種 森林害虫 등의 被害가 거의 없었으므로 實際로 어느 程度의 棲息密度로서 송충의 發生과 被害를 抑制할

수 있으며, 또 經濟的 利用效率는 어떠한가를 究明하기 위하여 自然棲息地인 A區에서 Pickle(1935, 1936)의 方法으로 棲息密度를 推定한바 Table 2와 같이 25,320 m²에 達하는 松林에 209巢가 分布할 경우 經濟密度는 2.85/m²이며 單位密度는 1.95/m²로서 송충의 被害를 實際로 抑制하고 있음을 알 수 있다.

그러나 이 것은 단지 1個所에서 調査한 推定值이므로 앞으로 더 많은 棲息地에서 調査해 보면 經濟密度 2.85/m²와 最少密度 1.95/m² 以下의 水準에서도 抑制할 수 있는 最少限界의 密度를 分明히 밝힐 수 있을 것으로 思料된다.

2. 自然棲息地의 環境要因

1) 植物의 分布와 密度

불개미의 自然棲息과 植物의 分布 및 密度와의 關係를 究明하기 위하여 自然棲息地에서 植物의 種類와 그 密度를 調査한바 10~30年生의 소나무가 密生하고 있는 地上部에는 57種의 植物이 自生하고 있는 가운데 14種의 木本과 43種의 雜草가 生育하고 있었다.

이들 植物中 優占種에 대하여 密度와 頻度는 Table. 3 및 4와 같이 쇠풀>소나무>새>개솔새>기름새>억새>개억새>김의털>잔디>산철죽의 順位로 表示할 수 있다. 그리고 다시 棲息地를 下, 中 및 上部로 나누어 密度와 頻度を 살펴보면 쇠풀, 새, 개솔새, 기름새 및 김의 털 등은 下部에서 上部에 이르기 까지 均一하게 生育하고 있으나 개억새와 잔디는 上部에만, 솔새는 中部와 上部에만 약간씩 生育할 따름이었다.

그리고 불개미의 집(巢)이 集中分布하는 下部와 中部에는 地表面에 林間裸地가 많고 잔디가 적은 反面에 쇠풀과 禾本科雜草인 새類가 部分的으로 群生하고 있는 것이 特徵이라 할 수 있는데, 이것은 잔디가 林間의 地表面에 茂盛하게 生育하면 불개미가 造巢하는데 있어서 먼저 地表面巢를 構成하고 다음으로 地下로 뚫고 들어가 地下巢를 構成하는데 장애가 되며, 새類가 많이 生育하면 造巢하는데 支柱植物로 많이 利用되기 때문일 것으로 思料된다. 濕地植物인 쇠풀이 下部와 中部에 많은 것은 下部와 中部의 地表面에 水分이 많다는 것을 알 수 있다.

以上の 結果에서 植物의 生育生態와 密度 및 地表面의 濕도가 불개미의 棲息地를 限定하는 하나의 制限因子일 것으로 思料되며, 棲息地에 있어서 植物의 生育生態와 불개미類의 分布 및 棲息密度와의 關係에 關해서 Massao(1971)가 불개미는 棲息地의 植物帶에 따라 分布하는 限界와 棲息密度의 變動이 심하다는 報告와 거의 一致된다.

Table 3. The plant distribution and its density in the habitat of *Formica rufa truncicola* var. *yessoensis* Forel.

Species	Total			Density			Frequency		
	L	M	U	L	M	U	L	M	U
<i>Andropogon brevifolius</i>	6.965	1.905	751	696.5	160.5	75.1	100	90	50
<i>Arundinella hirta</i>	440	241	206	44.0	24.1	20.6	100	90	90
<i>Cymbopogon goeringii</i>	387	302	47	38.7	30.2	4.7	100	80	60
<i>Eccoliopus cotulifer</i>	114	186	195	11.4	18.6	19.5	90	90	70
<i>Miscanthus purpurascens</i>	40	84	56	4.0	8.4	5.6	20	90	30
<i>Eulia speciosa</i>			147			14.7			80
<i>Themeda japonica</i>		48	10		4.8	1.0		30	10
<i>Festuca ovina</i>	164	81	61	16.4	8.1	6.1	70	50	30
<i>Zoysia japonica</i>			35			3.5			20
<i>Rhododendron</i> var. <i>poukhanense</i>	47	11		4.7	1.1		50	30	

* L : Lower part, M : Middle part, U : Upper part

Table 4. Stand density of red pine (*Pinus densiflora* Sieb. et Zucc.) in the habitat of *Formica rufa truncicola* var. *yessoensis* Forel.

Parts	Total	Age(year)					Number	Stand density (%)
		0—10	10—15	15—20	20—25	25—30		
Lower	144		10	82	21	6	118	70
Middle	308		28	67	13	12	120	71
Upper	296	20	29	16	3		68	17

Table 5. Variation of the nest building and supporting materials plants of *Formica rufa truncicola* var. *yessoensis* Forel.

Species	Area Total nest	Namhae (Sapo)	Jinyang (Jinseoung)	Goseoung (Sanglim)	Jinyang (Munsan)	Sacheon (Jeungdong)
		175	110	294	190	56
<i>Arundinella hirta</i>		41.7	20.9	30.4	33.2	53.6
<i>Pinus densiflora</i>		22.3	43.6	23.1	16.8	16.1
<i>Miscanthus purpurasce</i>		14.3	6.4	26.9	15.3	8.9
<i>Eccoliopus cotulifer</i>					6.3	
<i>Themeda japonica</i>				5.78	1.1	
<i>Imperata cylindrica</i>				2.4	2.6	
<i>Quercus</i> sp.		6.3	6.4	6.8		7.1
<i>Rhododendron</i> var. <i>poukhanense</i>		1.7	19.1		3.2	1.8
<i>Sabina chinensis</i>		1.7				
<i>Castanea crenata</i>			1.0			
<i>Indigofera kirilowi</i>					5.3	
<i>Festuca ovina</i>			1.0		2.6	1.8
*Stone		12.0	1.8	5.1	13.7	3.6

2) 소나무의 立木度

불개미의 自然棲息地는 大體의으로 소나무가 密生하고 있는 山地이므로 소나무의 立木度가 棲息을 限定하는 制限因子인가를 究明하기 위하여 自然棲息地(A區)에서 調査한바 Table 4와 같이 下部와 中部에 10~20年生의 소나무가 密生하고 있으므로 立木度가 下部에 70%, 中部에 71%로서 上部의 17%에 比하여 현저히 높음을 알 수 있다. 이와 같이 소나무의 立木度가 높다는 것은 林間의 地表面에 太陽光線의 照射와 強度가 낮다는 것도 알 수 있으므로 光線의 強度가 造巢와 棲息을 制限하는 하나의 主要한 制限因子인 것으로 思料되며 Dreyer & Park(1932)가 *Formica ulkei*의 研究에서 報告한 바와 一致된다.

3) 造巢와 支柱植物

불개미는 반드시 어떤 植物이나 物體를 支柱로 삼아 造巢하여 棲息하는 것을 觀察하였으므로, 주로 어떤 植物과 物體를 支柱로 利用하는 가를 알기 위하여 自然棲息地 5個地에서 調査한바 Table 5와 같이 支柱로 가장 많이 利用되는 것은 새, 소나무 및 억새類 등이고 기름새, 솔새, 참나무, 노송나무, 밤나무, 땅뺨싸리 및 김의털 등도 利用되며 때로는 돌 밑에서도 造巢하는 것을 알 수 있다.

이와 같이 불개미가 주로 禾本科雜草인 새類와 소나무 등을 支柱로 利用하여 造巢하는 것은 棲息하는 동안 巢(巢)이 降雨나 어떤 物理的인 要素에 의하여 破壞되지 않게 固着되도록 保護하기 위한 것이며 새類를 많이 利用하는 것은 새類에 寄生하는 진딧물類의 甘露를 좋아 하기 때문인 것으로 思料된다.

以上에서 禾本科雜草인 새類가 불개미의 造巢에 支柱植物로서 많이 利用되는 것을 알았으므로 松林에 있어서 食物의 分布와 生育生態가 불개미의 棲息地를 限定하는 하나의 制限因子로서 重要한 役割을 할 수 있다는 것을 알 수 있다. 이와 같은 事實에 關해서는 Massao(1971)가 *Formica yessoensis* Forel의 研究에서도 言及한바 있다.

4) 地表面의 濕度와 불개미집(巢)의 分布

불개미는 10~20年生의 소나무가 密生하고 立木度가 70%인 松林에 限定되어 棲息한다는 生態的인 要因을 알았으며, 또 Talbot(1934)와 Wheeler(1928) 등에 의하면 개미는 棲息環境의 濕度가 그의 分布에 커다란 關係를 가지며 어떤 개미는 棲息地에서 造巢를 하는데 있어서도 極히 적은 濕度의 差異에도 敏感하게 反應하기 때문에 棲息處를 바꾸는 경우도 있으므로 좁은 生態的인 環境에 限定되어 棲息한다고 言及한바 있으나 아직 1種의 불개미에 對한 具體的인 研究는 별로 찾아볼 수

없다.

따라서 불개미의 棲息과 濕度와의 關係를 究明하기 위하여 自然棲息地(A區)에 있어서 地表面의 濕度를 測定하여 습도분포에 따르는 불개미 집(巢)의 分布限界를 調査한바 Table 1과 Fig. 1과 같이, 活動期인 5월부터 9월까지의 中部와 上部의 中間의 濕度인 76%線이었고, 越冬前期間인 10월부터 11월까지의 72%線을 限界로 하여 分布하는 것을 알 수 있다.

이와 같이 불개미는 어떤 限定된 棲息區에 있어서도 地形의 高低와 소나무의 立木度에 따르는 地表面의 濕度의 差異에 敏感한 反應을 나타내기 때문에 주로 濕度가 높은 下部와 中部까지 限界를 두고 造巢하여 分布할 수 있고 濕度가 낮은 上部에는 分布할 수 없다는 것을 알 수 있다.

따라서 棲息地의 環境濕度는 불개미의 分布와 棲息을 制限하는 主要한 生態的인 環境要因이 되는 것으로 思料된다.



Plate 2. The nest of red wood ants built by grass as supporting materials plants.

5) 土壤의 物理 및 化學的 性質

① 化學的 性質

불개미의 自然棲息地(A區)와 非棲息地(B.C.D 및 E區)에서 土壤의 pH, Ca, Mg, 有機物 및 水分 등의 含量을 測定하여 불개미의 自然棲息과의 關係를 調査한바 Table 6과 같이 pH는 自然棲息地와 非棲息地 모두가 거의 비슷하였다.

Ca와 Mg는 自然棲息地(A區)가 非棲息地(B.C.D. 및 E區)보다 表土와 心土 各같이 현저히 적은 反面에 有機物은 自然棲息地가 非棲息地보다 表土에는 많고 心土에는 현저히 적었다. 特히 1972年 불개미를 移植試驗한 結果, 繁殖定着이 전혀 不可能하였던 非棲息地인 E區에 있어서 有機物은 0.5~0.6%로서 현저히 적었다. (金, 1973).

수분의 함량은 自然棲息地(A區)와 非棲息地(B.C 및 D區)의 表土나 心土 다같이 거의 비슷하였으나 E區는 현저히 적었다.

Table 6. Soil chemical analysis in the habitat and non habitat of *Formica rufa truncicola* var. *yessoensis* Forel

Area	Soil Horizons	pH	Ca me/100g	Mg me/100g	O.M. (%)	Moisture (%)
A	0-10	5.1	0.86	0.96	2.40	19.60
	10-20	5.3	0.53	1.30	1.90	18.50
	20-40	5.2	0.60	1.20	2.26	18.20
	40-60	5.2	0.80	2.00	0.70	18.00
	60-80	5.3	0.65	2.10	0.60	19.70
B	0-10	5.2	3.56	3.16	1.80	24.83
	10-20	5.2	3.25	3.40	1.43	13.90
	20-40	5.1	3.23	3.58	0.90	16.96
	40-60	5.1	2.23	4.20	0.86	18.70
C	0-10	5.6	4.80	3.30	1.86	20.40
	10-20	5.4	3.20	2.90	1.10	18.40
	20-40	5.8	4.40	4.10	0.50	18.90
	40-60	5.8	5.95	5.40	0.50	21.20
D	0-10	5.4	4.10	2.30	2.30	20.30
	10-20	5.5	1.90	2.40	2.00	20.46
	20-40	5.4	2.10	3.10	1.40	19.30
E	0-10	5.3	4.50	1.30	0.50	9.30
	10-20	5.2	3.30	1.40	0.60	12.60

A : Habitat B, C, D, E : Non habitat

Table 7. Soil chemical analysis in the habitat (A) of *Formica rufa truncicola* var. *yessoensis* Forel.

Parts	Soil horizons	pH	Ca me/100g	Mg me/100g	O.M. (%)	Moisture (%)
Lower	0-10	5.2	0.71	1.10	2.88	21.23
	20-40	5.1	0.75	1.84	2.75	22.10
	40-60	5.1	0.82	1.92	2.41	22.47
Middle	0-10	5.1	0.74	0.96	2.96	20.11
	20-40	5.2	0.73	1.00	2.60	21.56
	40-60	5.2	0.78	1.10	2.10	21.45
Upper	0-10	5.1	2.31	1.01	1.21	11.56
	20-40	5.1	2.14	1.04	1.54	14.14
	40-60	5.2	2.22	1.26	1.19	13.21

Table 8. Soil mechanical analysis in the habitat and non habitat of *Formica rufa truncicola* var. *yessoensis* Forel.

Area	Soil horizons (cm)	Coarse sand (%)	Fine sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Soil texture
A	0-10	25.75	23.25	29.25	21.45	Loamy soils
	20-40	12.25	33.75	30.65	23.10	
B	0-10	34.25	29.90	3.10	32.75	"
	20-40	17.60	17.50	35.70	29.20	
C	0-10	20.70	29.00	23.60	26.70	"
D	0-10	47.60	15.45	10.95	26.00	"
E	0-10	53.20	18.50	18.10	10.20	Sandy soils

A : Habitat B, C, D, F : Non habitat

自然棲息地(A區)에 있어서 불개미의 집(巢)은 주로 下部와 中部에 集中分布하여 棲息密度가 높으므로 棲息地의 位置에 따르는 土壤의 性質과 棲息密度와의 關係를 究明하기 위하여 棲息地를 下, 中 및 上部로 나누어 土壤을 分析한바 Table 7과 같이 pH는 거의 비슷하였고, Ca는 下部와 中部가 上部에 比하여 현저히 적고, Mg는 거의 비슷한 反面에 有機物과 水分은 下部와 中部의 表土나 心土 다같이 上部보다 현저히 많았다.

以上の 結果에서 불개미가 自然棲息하는 土壤은 Ca와 Mg의 含量이 적고 地表面의 有機物과 水分등의 含量이 많은 松林임을 알 수 있으므로 土壤의 有機物은 불개미의 棲息과 어떤 關係가 있으며 특히 棲息地의 下部와 中部에 有機物이 많으므로 불개미의 棲息密度가 높다는 것도 알 수 있다.

② 物理的 性質

土壤의 物理的 性質과 불개미의 自然棲息과의 關係를 究明하기 위하여 自然棲息地(A區)와 非棲息地(B.C.D 및 E區)를 調査한바 Table 8과 같다.

A區(自然棲息地) : 表層이 45 cm까지 均一하며 礫이 20% 内外로서 土壤이 平순平순하고, 構造 및 組織이 發達되어 있다. 排水力과 保水力이 良好하다. 深層은 表層과 현저한 差異가 있으며 未風化物이 많이 나오고 細礫의 含量이 풍부하다.

土色이 表層은 5 YR 4/6(dull reddish brown)이고 深層은 7.5 YR 4/6(dull brown)이다.

粗砂가 表層에는 25.75%이고 深層에는 12.25%로서 非棲息地에 比하여 현저히 적은 反面에 細砂와 微砂는 현저히 많고 특히 粘土는 E區에 比하여 현저히 많다.

B區 : 地表面의 排水와 垂直排水는 良好하나, 深層

土壤은 粘土를 形成하고 있다. 礫의 含量은 적으며 保水力은 良好하고, 腐植은 普通이다. 下層으로 내려갈수록 土色이 진하다. 土色이 1層은 2.5 YR 3/2(dark reddish brown)이고, 2層은 3/6(dark reddish)이며 壤土이다.

表層(10~20 cm)은 粗砂, 細砂 및 粘土의 含量이 많은 反面에 微砂가 3.1%로서 현저히 적었다. 深層(20~40 cm)에는 上層에 比하여 粗砂, 細砂 및 粘土가 적은 反面에 微砂가 35.7%로서 현저히 많았다.

C區: 下層으로 내려 갈수록 小礫이 많이 散在하고 있다. A區에 比하여 埴質로서 排水가 不良하며, 表層에는 礫이 거의 없으며 保水力은 良好하다.

土色이 表層은 2.5 YR 3/2(暗褐色)이고 深層은 5 YR 5/3이다. 表層의 各構成比는 A區와 비슷하다.

D區: 表層 및 深層 다같이 礫質로서 下部에는 大礫이 많고 組織이 發達되어 있다.

土色이 表層은 7.5 YR 4/6 이고 深層은 5 YR 이다.

腐植은 普通이고 排水는 良好하며 保水力도 良好하다. 心土에는 大礫이 많다. A區에 比하여 粗砂(47.6%)가 현저히 많은 反面에 細砂, 微砂가 현저히 적다.

E區: 表層이 12 cm 이고 그 以下는 母岩層으로 構成되어 있고 未風化物層의 母質物이므로 表土의 發達이 대단히 強하다. 土深은 10~13 cm 内外이다. 内部의 排

水가 대단히 不良한 것 같으나 土性은 砂土이다.

A區에 比하여 粗砂(53.2%)가 현저히 많은 反面에 細砂, 微砂 및 粘土(10.2%)가 현저히 적다.

以上の 結果로서 自然棲息地에 있어서 土壤의 物理的 構成要素中 粗砂가 적은 反面에 微砂, 粗砂 및 粘土 등이 많은 것은 불개미가 地表面에서 地下로 파고 들어가 地下巢를 構成하는데 容易한 것이고 또 土壤昆蟲이므로 그의 生態에 알맞는 土壤의 水分을 維持하는데도 關聯이 있을 것으로 思料된다. 따라서 土壤의 物理的 性質은 불개미가 棲息地를 制限하는 하나의 制限因子가 된다는 것을 알 수 있다.

3. 移植試驗

限定된 松林에서 만이 自然棲息하는 불개미를 非棲息地에 分群移植하여 그의 增殖과 定着을 調査하기 위하여 1972年 5月 非棲息地인 B.C.D 및 E區에 移植한 것을 1975年까지 3年間の 年次的인 變動을 調査한바 Table 9와 같이 B.C 및 D區에서는 110~155%까지 增殖定着되었으나 非棲息地中에서도 自然棲息地의 環境에 比하여 전혀 다른 E區에서는 1973年까지는 多少 增殖하다가 結果的으로 廢亡하였음을 알 수 있는데 이러한 結果에서 自然棲息地와 環境條件이 비슷하면 비록 非棲息地인 他地域에도 5월에 分群移植하면 增殖과 定着이 可能한 것을 알 수 있다.

Table 9. The annual breeding condition after the transplantation of *Formica rufa truncicola* var. *yessoensis* Forel. (Transplantation was performed in May, 1972)

Area	N. Tra	M. Che	Year				Breeding Rate						
			1972	1973		1974		1975					
			11	4	8	11	4	8	11	4	8	11	
			No. Nests										
B	20		68	66	70	60	58	66	40	32	40	28	28/20=140%
C	20		64	61	66	61	55	71	38	30	30	36	33/20=155%
D	20		67	62	67	59	51	60	37	20	27	22	22/20=110%
E	20		25	20	18	4	—	—	—	—	—	—	

M. Che: Month of checked

N. Tra: Number of transplantation

Ⅶ. 摘 要

本 報告는 불개미(*Formica rufa truncicola* var. *yessoensis* Forel: red wood ant, Polydomous ant)가 어떤 一定한 地域의 森林에 限定되어 棲息하기 때문에 그의 棲息地에 있어서의 棲息의 制限因子인 生態學的 環境 要因을 究明함으로써, 다른 地域의 松林에 移植하여, 實際로 송충의 天敵으로 利用할 수 있는 基礎資料가 될 수 있으므로, 自然棲息地(A區)에 있어서의 불개미 집(巢)의 分布와 密度를 調査하는 同時에, 土壤의 物理

및 化學的 性質, 植物의 分布와 密度, 스나무의 立木度와 鬱閉度, 造巢와 支柱植物, 地表面의 濕度 그리고 移植試驗한 結果 등을 綜合한 것이며 그의 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 自然棲息地에 있어서 불개미의 집(巢)은 주로 山麓部와 山腹部이 分布하여 棲息密度가 높으나 山頂部에는 불개미가 전혀 棲息하지 못하였다.
2. 自然棲息地(A區)에 있어서의 불개미의 經濟密度는 2.85/m² 이고 單位密度는 1.95/m² 로서 實際로 송충의 發生과 被害를 完全히 抑制하고 있으므로 經濟的 利

用效率이 높은 것으로 史料된다.

3. 불개미의 自然棲息地는 10~20年生 소나무가 密生하여 立木度와 鬱閉度가 높은 松林의 地表面에 林間裸地가 많고 쇠풀과 禾本科 雜草인 새類가 部分的으로 群生하는 反面에 잔디가 적었다.

4. 불개미는 自然棲息地의 山麓部와 山腹部에서 主로 새類와 소나무 등을 支柱植物로 利用하여 造巢하였다.

5. 自然棲息地에 있어서 濕度에 따르는 불개미의 分布限界線은 5월부터 9월까지(活動期)는 山腹部의 76%線이고 10~11月(越冬期)까지는 72%線이 었다.

6. 불개미의 自然棲息地는 地表面에 有機物과 水分 등의 含量이 많은 反面에 Ca와 Mg의 含量이 적고, 微砂와 細砂 및 粘土가 많은 反面에 粗砂가 현저히 적었다.

7. 불개미를 自然棲息地와 環境條件이 비슷한 非棲息地의 松林에 分群移植하면 増殖과 定着이 可能하다는 것을 알 수 있었다.

Literature cited

- Andrews, E.A. (1926) Sequential distribution of *Formica exsectoides* Forel. *Psyche*. 18(60) : 127—150
- Behrndt, G. (1933) Die Bedeutung der roten Waldameise bei Forleulenl. *Z. Forstu. Jagdw.* 65 : 479—498
- Dreyer, W.A and T. Park (1932) Local distribution of *Formica ulkei* mound-nests with reference to certain ecological factors. *Ibid.* 39 : 127—133
- Eidmann, H. (1926) Die forstliche Bedeutung der roten Waldameise. *Zeitschr. f. angew. Ent.* 12(2) : 298—331
- Forbes, Wm. T.M (1938) Notes on the population of *Formica exsectoides*. *Ann. Ent. Soc. Amer.* 31(3) : 358
- Gösswald, K. (1932) Ökologische Studien über die Ameisen fauna des mittleren Maingebiets. *Z. Wiss. Zool.* 142 : 1—156
- Hayashida, K. (1959) Ecological distribution of ants in Mt. Atsusanupuri, an active volcano in Akan National Park, Hokkaido. *Jour. Fac. Sci. Hokkaido Univ., Ser. VI; Zool.* 14(2) : 252—260
- , (1960) Studies on the ecological distribution of ants in Sapporo and vicinity. *Insectes Sociaux.* 7(2) : 125—162.
- , (1963) Some analytical procedure on the ecological distribution on ants. *Jour. Sapporo Otani Junior Collere.* 1 : 1—26(In Japanese).
- Ito, M. (1971) Nest disstribution of *Formica yessoensis* Forel in Ishikari Shore, in reference to plant zonation. *Jour. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser.* 18(1) : 144—154.
- 金昌液(1973) 불개미를 利用한 송충의 防除에 關한 研究. *韓國植物保護學會誌.* 12(3) : 109—114.
- Pickles, W. (1935) Populations, territory and interrelation of the ants, *Formica fusca*, *Acanthomyops niger* and *Myrmica scabrinodis* at Garforth (Yorkshire). *Jour. Anim. Ecol.* 4(1) : 22—31.
- , (1936) Population and territories of the ants, *Formica fusca*, *Acanthomyops flavus* and *Myrmica ruginodis*, at Thornhill(Yorks). *Jour. Anim. Eco.* 5(2)262—270
- , (1937) Populations, territritories and biomasses of ants at Thornhill, Yorkshire, in 1936. *Jour. Anim. Ecol.* 6(1) : 54—61
- Prell, H. (1925) Ameisen als Schutz gegen Raupenfrass. *Forstl. Wochenschr, Silva.* 7 : 16
- Raunkiaer, C. (1909) *Bot. Tidskr.* 30 : 20—132
- Stammer, H.J. (1937) Eine Riesenkolonie der roten Waldameise(*Formica rufa* L.) *Zeitschr. f. angew. Ent.* 24(2) : 285—290
- Talbot, M. (1934) Distribution of ants species in the Chicago region with reperence to ecological toleration. *Ecology.* 15(4) : 416—439
- 寺西暢(1931). エゾアカヤマ蟻と故山村氏. *昆虫世界.* 20 : 118—119
- , (1940), 朝鮮産蟻類に就きて. 寺西暢遺稿集. 未發表遺稿 1—30
- Teranishi, C. (1940) Works of Cho Terranishi, Memorial. pp. 1—55
- Wheeler, W.M. (1928) Ants collected by professor F. Silvestri in Japan and Korea. *Bol. Lab. Zool. gen. agr., Portici.* 21 : 96—125

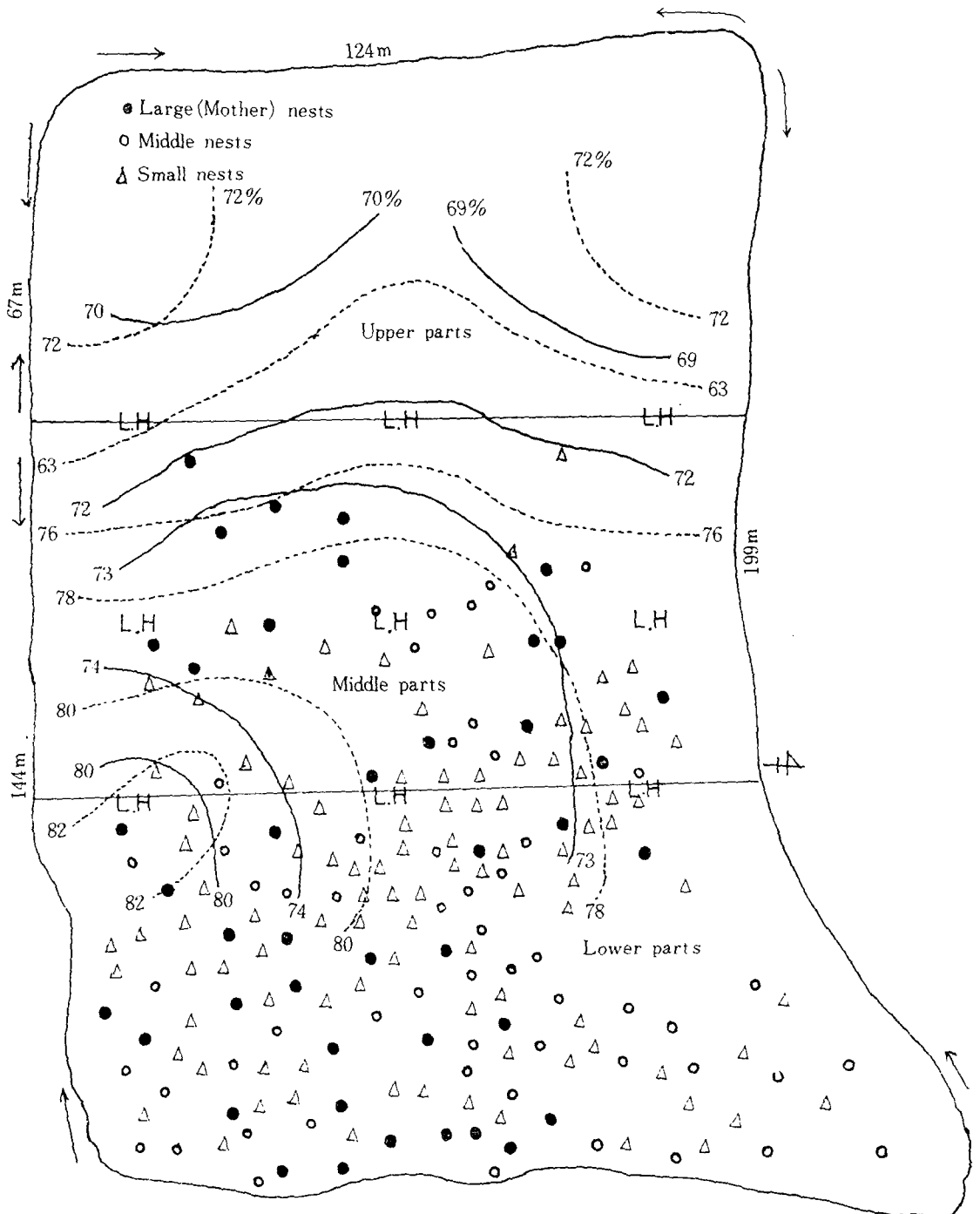


Figure. 1. Relation between vertical distribution of relative humidity (measurement at 10cm above the ground surface from May to November, 1975) and population of *Formica rufa truncicola* var. *yessoensis* Forel in the habitat.

L.H: Location of relative humidity measurement

.....: May to September

—: October to November