

韓國에서 9월의 氣象因子가 송이 發生에 미치는 影響과 그 克服方案¹

朴 賢² · 金敎秀² · 具昌德³

Effects of Climatic Condition in September on Pine-mushroom(*Tricholoma matsutake*) Yield and a Method for Overcoming the Limiting Factors in Korea¹

Hyun Park², Kyo-Soo Kim², Chang-Duck Koo³

要 約

송이 發生의 制限因子를 把握하고 克服方案을 開發하기 爲하여 18個 主要 송이産地의 生産量과 송이 發生에 關與하는 主要 氣象因子(月別 降水量, 相對濕度, 平均氣溫, 最高·最低氣溫, 地中溫度, 日照率)의 關係를 지난 17年間(1978-1994)의 資料를 利用하여 分析하였다. 송이 發生에 가장 큰 影響을 미치는 因子는 地域別로 다르지만 대체로 송이 發生期인 9월의 氣象이었으며 各 因子들의 重要도는 地域別로 다르게 나타났다. 이 中에서 1% 有意水準에서 $r^2 \geq 0.41$ 를 나타낸 因子는 9월 平均最低氣溫으로 이 溫度가 높을수록 송이 發生량이 많았으며, 이런 現象이 있는 地域은 盈德, 蔚珍, 三陟, 奉化等 9個 地域이었다. 이들 地域에서는 植生整理를 통해 林內에 햇빛이 많이 들어 오도록 하여 菌環 周邊의 溫度를 높이면 송이 增收에 效果의 일 것으로 豫想되었다. 9월 降水量이 $r^2 \geq 0.41$ 인 地域은 南原, 聞慶, 尙州地域이었고, 이 地域에서는 송이 發生時期에 菌環周邊에 灌水하는 것이 效果를 거둘 것으로 期待되었다. 1994년에는 가뭄으로 因하여 1993년에 버금가는 凶年을 맞이하였는데, 聞慶과 居昌地域에서는 灌水處理를 통해 가뭄을 克服하여 송이를 增産할 수 있는 可能性을 確認할 수 있었다.

ABSTRACT

Relationships between pine-mushroom(*Tricholoma matsutake*) yield and important climatic factors for the yield(such as monthly precipitaion, relative humidity, temperature, and radiation percentage) were examined to find out limiting factors for pine-mushroom production and to develop a method for overcoming the factors by analyzing the yield and climate data for 17 years collected from 18 main regions of pine-mushroom production. Although there were variations among the production regions, climatic condition of September was the most significant factor for pine-mushroom yield in general, and the degrees of importance of each climatic factors were different among the production regions. Mean minimum temperature of September was positively correlated with pine-mushroom yield($r^2 \geq 0.41$) at the 1% level, of which were 9 regions such as Youngduck, Uljin, Samchuck, Bongwha and so on. In these regions, vegetation control was expected to be effective for pine-mushroom production by allowing much sunlight penetration to the pine stand, which may increase soil temperature and keeping the temperature around the fungal colony in soil. Precipitation during September was positively correlated with pine-mushroom yield($r^2 \geq 0.41$) at Namwon, Moonkyung and Sangju. Thus,

¹ 接受 1995年 7月 26日 Received on July 26, 1995

² 林業研究院 山林微生物科 土壤微生物研究室 Soil Microbiology Lab., Forestry Research Institute of Korea

³ Dr. C.D. Koo 17 Arlington St, Burnside, Christ Church 8005 New Zealand

irrigation around fungal colony in dry soil during September would be effective for enhancing mushroom yield at the regions. Pine-mushroom yield of 1994 was quite low, similar to that of 1993, due to serious drought. In this period, we could manifest the possibility of enhancing pine-mushroom yield by irrigation for overcoming drought at Moonkyung and Keochang regions.

Key words : Pine-mushroom yield, *Tricholoma matsutake*, Climatic factor, Temperature, Precipitation, Irrigation

序 論

송이(*Tricholoma matsutake*)는 소나무와 外生菌根菌을 形成하고 있는 擔子菌類의 一種으로 우리나라를 비롯한 日本, 北韓, 中國大陸에 널리 分布하며, 類似한 송이類는 臺灣, 뉴기니아, 유럽, 북아프리카, 北美大陸에서도 나타난다(小川眞, 1991). 송이는 高價의 自然食品으로 林業副産物 輸出品 中 外貨可得率이 가장 높아 1992년에는 8,200萬弗에 가까운 所得을 올린 山村 最高의 所得源이다. 특히, 송이는 投資한 費用이 없이 自然에서 採取하므로 費用이 거의 들지 않는 反面, 日本에서는 거의 無限定으로 輸入하므로 貿易障壁이 없는 매우 有利한 所得源으로서 UR에 對備할 수 있는 農山村民의 所得增大 期待 品目이라 할 수 있다.

우리나라의 송이 發生量은 1970年 매우 甚한 凶年(64톤 生産)을 겪은 以後 1992年에 이르기까지 300톤에서 1,300톤까지 豊年과 凶年の 差異가 甚하였지만, 反騰하는 價格變動으로 因해 持續적으로 5,000萬弗 以上 輸出高를 維持할 수 있었다. 그러나, 1993년에는 20余年만에 맞이하는 매우 極甚한 凶年을 다시 한번 맞이 하면서(137톤 生産) 輸出額도 1992年度의 1/4 水準인 2,100萬弗에 그치고 말았다. 1993년에는 全國적으로 作物이 한창 자라는 여름철인 6월부터 8月 동안에 低溫現象이 있어서 平年보다 1~4℃가 낮았고 9月과 10月에는 가을 가뭄現象이 있었으며, 9月以前까지 發生하는 여름송이가 例年보다 훨씬 많이(1993年 總生産의 55%) 生産되었다. 또한, 1994年 여름에는 熱帶夜現象이 오랫동안 持續되며 높은 氣溫을 維持했지만 가뭄이 甚하여 1993年 송이 生産量 水準에 가까운 145톤에 그쳐 輸出額이 3,000萬弗을 넘지 못하는 해가 이어졌다.

송이는 소나무 뿌리와 共生하여야만 자랄 수 있는 버섯이므로, 송이 發生에 影響을 미치는 것

은 송이菌의 生長 뿐만 아니라 소나무의 뿌리發達이나 소나무 體內 炭水化物 代謝 등에 影響을 주는 因子를 모두 包含한다. 따라서, 樹木과 微生物의 活動에 큰 影響을 미치는 溫度와 水分狀態가 特히 重要な 것으로 생각되었고, 實際로 송이 發生期間 동안의 氣象이 송이 發生을 左右한다는 것이 우리나라(林業試驗場, 1984; 姜安錫等 1989; 曹德鉉, 1994)와 日本(京都府 林業試驗場, 1982)의 研究에서 證明된 바 있다. 日本에서는 氣象現象이 송이 發生을 50% 以上 左右하며(京都府 林業試驗場, 1982), 8月에는 降水量이 많고 溫度가 높을수록, 그리고 9~10月에는 降水量이 많을수록 송이 發生量이 增加한다고 報告되었으며(富永保人, 1967), 우리나라에서도 曹德鉉(1994)은 9월의 降水日數가 송이 發生量과 높은 正의 相關關係를 나타냄을 報告한 바 있다.

우리나라에서는 1984年에 全國 13個 송이産地의 12年間 氣象資料로 송이 發生을 豫察하여 6~7월의 降水量, 氣溫, 關係濕度를 獨立變數로 $r^2=0.91$ 인 豫察式을 導出した 바 있다(林業試驗場, 1984). 그러나 이러한 豫察式으로 송이 生産量을 實際로 豫見하기에는 큰 어려움이 따르고 있는데, 이는 地域에 따라 主要 影響因子가 다르며 全國에서 고르게 송이가 發生하지 않고 當年の 氣候에 따라 地域別로 偏重되는 現象이 나타나기 때문이다.

따라서, 송이增産을 위하여 어떤 處理를 産地에 適用하기 위해서는 地域環境에 대한 檢討가 先行되어야 한다. 또한, 송이 發生에 影響하는 因子에 대한 人工的인 處理가 實用性이 있더라도 處理時期가 大部分의 송이가 實際 發生하는 期間과 差異가 클 境遇에는 處理以後 變하는 氣象狀況에 따라 處理效果가 제대로 나타나지 않을 수 있음을 考慮해야 한다. 본 研究은 우리나라의 송이 生産量 增大 및 이를 통한 山村住民의 所得增大를 이루기 위하여 송이 發生量에 가장 큰 影響을 주는 氣象因子를 地域別로 把握하고 그 制限

因자를 克服하는 方案을 磨鍊하고자 試圖한 結果로서, 特히 9月의 氣象因자를 中心으로 考察한다.

材料 및 方法

송이 發生量 資料 蒐集

1978년부터 1994년까지 송이를 收買한 各 郡 林業協同組合의 송이 收買資料를 林業協同組合 中央會로부터 入手하였다. 송이를 共販한 組合은 49個였으나 各 組合別로 生産量 記錄을 回信하여 본 結果 그간 各 年度別로 資料에 空白이 거의 없는 組合은 18個 組合이 該當되었다. 各 組合의 漏落된 資料는 生産量이 없었던 理由 때문만이 아니라 다른 郡으로 收買되어 集計된 境遇도 있었고, 一定 地域에서 生産된 송이中 一部는 該當 郡의 林業協同組合에 收買되지 않고 外部로 流出되는 境遇도 있었지만 全般的인 송이 發生傾向을 分析하기에는 充分한 資料로 判斷되었다.

氣象資料 蒐集

各 組合이 所屬된 郡의 1978년부터 1994년까지의 氣候資料를 氣象廳의 電算資料를 活用하여 分析하였는데, 所屬郡內에 測候所가 없는 境遇에는 最短距離에 位置한 測候所의 資料를 活用하였다. 송이 發生에는 소나무의 光合成과 生長, 송이菌絲의 生長, 버섯의 原基形成과 生長에 關與하는 溫度와 水分狀態가 重要할 것으로 假定하여 月別 降水量, 降水日數, 相對濕度, 最高氣溫, 最低氣溫, 平均氣溫, 地中溫度 및 日照率을 檢討, 分析하였다.

송이 發生量과 氣象因자의 關係分析

各 産地別로 年度別 송이 發生量 變動과 月別 氣象變動과의 關係는 SAS를 利用하여 單純相關係數가 지니는 r^2 값을 計算하였으며, r^2 의 有意性 檢定은 1%와 5% 有意水準에서 實施하였다 (SAS, 1985). 송이 發生에 影響하는 因子는 氣象因子와 더불어 立地環境因子, 소나무林의 狀態等 여러가지 要因이 있으므로 說明係數 0.5 以上인 因子를 찾기 어려웠으며, 이에 따라 文獻考察을 통해 密接한 關聯이 있는 因子들로 確實視되는 氣象因子가 包含되는 基準으로 r^2 값이 0.41 以上인 因子를 송이 發生에 密接한 關聯이 있는

因子로 把握, 考察하였다.

송이 發生 制限因子 克服試驗

송이 收買量과 氣象資料의 分析을 통해 8月~9月中의 降水量과 密接한 關係를 나타낸 聞慶과 居昌地域에서 灌水處理를 통해 灌水效果를 檢定하고자 하였다. 慶尙北道 聞慶郡 聞慶邑 龍淵里 山 106番地의 1ha, 慶尙南道 居昌郡 加北面 牛惠里 1156番地의 3ha를 對象으로 聞慶은 1994年 9月 10日부터 9月 30日까지 2日 間隔으로 1m²當 10ℓ의 물을, 居昌은 1994年 9月 4日부터 9月 30日까지 每日 1m²當 10ℓ의 물을 호스와 스프링클러를 使用, 菌環周邊에 灌水하였다. 灌水效果 檢定을 爲해서는 미리 調査된 菌環길이 10m當 송이 發生 個體數, 個體當 重量, 갓直徑, 자루길이 및 直徑을 處理區와 非處理區에서 各各 測定하였으며, 地域別로 얻어진 各 測定值를 SAS를 이용 ANOVA를 實施하였다.

結果 및 考察

韓國의 송이 發生量 變動

우리나라에서 송이研究가 本格的으로 始作된 1980年 以後부터 송이 豐作인 해와 凶作인 해를 區分하여 分析해 보면, 全國의 송이 發生量은 1985年의 大豐年(1,313톤 生産)과 1993年의 大凶年(137톤 生産)과 같은 큰 幅의 豐·凶年을 反復하면서 1985年 以後로부터 若干씩 減少하는 趨勢임을 알 수 있었다(그림 1). 豐年과 凶년이 거의 每年 反復되고 또한 그 差異가 甚한 原因은 송이菌의 活力이 氣象環境에 매우 敏感하며 소나무가

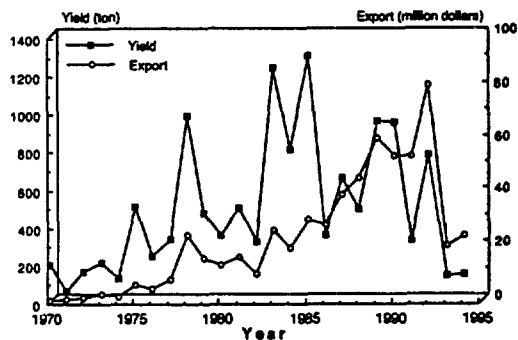


Fig. 1. Changes in production and export of pine-mushroom in Korea since 1970.

송이에 供給하는 機作의 影響도 받기 때문에 생각된다. 송이는 溫度와 濕도에 매우 敏感하여 땅속의 原基(primordium)가 發生하는 時期에 土壤水分과 溫度가 맞아야 하며, 形成된 原基가 계속 자라서 땅으로 나오기까지 約 2週日 동안에는 地域에 따라 差異가 있지만 最低溫度가 15℃ 以上 是 되어야만 계속 자랄 수 있다(小川眞, 1991).

하지만, 송이菌의 活力에 適合한 氣象環境이 每年 提供되지는 않으며, 특히 最近의 異常氣候는 이러한 條件을 充足시켜 주지 못하고 있는 것으로 보인다. 아울러, 송이는 炭水化合物을 소나무로부터 얻는데 이 寄主植物에 蓄積되는 代謝産物 또한 소나무의 光合成 活動에 重要한 溫度와 水分 및 濕度の 影響을 받는다. 樹木의 境遇, 每年

Table 1. Annual production of pine-mushroom(*Tricholoma matsutake*) recorded at the surveyed 18 local Forestry Cooperative Societies since 1978. (unit : kg)

Region	'78	'79	'80	'81	'82	'83	'84	'85	
Myungju	83,094	19,174	10,977	26,173	15,512	90,167	21,080	56,634	
Samchuck	42,488	12,644	18,264	20,957	17,819	57,546	30,528	55,637	
Yanggu	15,506	2,228	4,175	14,597	5,666	23,077	13,538	26,430	
Yangyang	74,662	24,586	60,071	31,971	18,120	92,734	64,849	90,655	
Inje	33,849	3,832	10,730	19,490	12,050	51,167	34,325	54,245	
Hongchun	9,300	1,720	2,482	5,937	1,899	1,638	9,651	29,961	
Namwon	10,145	9,546	3,217	6,577	2,591	5,158	32,427	25,075	
Moonkyung	31,100	27,795	9,000	21,120	5,840	37,976	23,411	54,052	
Bongwha	99,114	48,414	57,092	65,128	42,619	172,181	133,635	186,925	
Sangju	7,984	11,416	2,147	5,065	2,519	16,029	6,155	15,386	
Andong	45,926	26,929	7,918	20,538	12,088	57,521	22,054	50,682	
Youngduck	51,300	39,268	15,991	24,299	36,173	135,812	66,203	126,076	
Youngyang	32,255	8,875	2,666	10,510	7,356	56,422	26,183	27,911	
Youngil(Pohang)	23,882	32,057	10,121	14,952	24,394	73,416	32,372	51,873	
Uljin	93,049	45,639	35,809	47,525	46,261	159,399	101,613	179,445	
Euisung	17,065	8,180	1,569	6,383	4,189	29,708	11,367	22,900	
Cheongdo	15,138	5,749	2	145	143	3,298	7,887	16,907	
Cheongsong	15,113	9,429	1,074	6,138	7,851	31,890	13,374	16,410	
Region	'86	'87	'88	'89	'90	'91	'92	'93	'94
Myungju	10,614	25,602	33,161	31,454	13,952	8,948	15,980	1,295	5,572
Samchuck	10,443	37,767	42,433	44,858	52,666	22,147	54,602	4,049	14,746
Yanggu	7,151	11,017	2,559	29,049	16,297	1,333	1,755	29	6,063
Yangyang	19,507	44,530	55,254	75,555	77,310	35,066	56,437	7,211	34,180
Inje	12,022	26,973	14,297	64,749	36,791	5,838	10,602	2,346	11,282
Hongchun	6,620	10,858	3,680	19,402	11,376	3,406	6,319	1,514	14,599
Namwon	14,632	7,453	1,510	12,764	2,527	1,577	3,013	115	-
Moonkyung	2,822	19,046	7,500	39,354	29,479	6,897	41,830	7,778	3,303
Bongwha	63,489	76,279	38,935	94,488	106,424	16,993	70,909	33,884	11,336
Sangju	2,037	5,964	1,141	12,080	8,719	2,195	15,067	1,167	-
Andong	10,986	25,862	25,545	31,214	25,424	5,679	25,001	491	-
Youngduck	30,381	96,318	65,499	119,759	109,554	25,322	44,745	10,928	3,666
Youngyang	4,667	11,934	3,029	3,583	3,954	463	2,209	125	-
Youngil(Pohang)	9,957	12,153	18,522	23,687	40,899	39,995	43,064	8,586	1,840
Uljin	26,578	101,492	89,795	98,228	165,498	58,183	140,924	9,507	8,696
Euisung	4,805	10,498	6,304	22,737	31,992	6,185	18,794	2,100	-
Cheongdo	6,900	8,610	7,650	26,495	24,117	14,825	22,735	5,991	765
Cheongsong	4,175	12,556	10,008	12,102	14,599	5,195	17,362	1,095	-

豐年을 維持할 만큼 에너지 蓄積이 可能하지 않아 대체로 大豐年 다음에는 凶年이 招來되는 『種子結實週期』가 나타나는데(Allen과 Platt, 1990), 이런 點을 考慮하면 송이生産과 聯關되는 소나무 體內 代謝가 氣候因子の 影響으로 因해 變化하고, 그 結果 송이 發生量에도 豐凶程度가 不規則한 傾向을 나타내게 됨을 推論할 수 있다.

長期的인 側面에서의 송이 發生減少는 솔잎혹파리 被害로 因한 송이 發生林의 活力 減少, 漸次 增加하는 소나무 以外 下層植生과 過度한 有機物層 形成으로 因하여 송이菌環이 退化하고 있기 때문인 것으로 推測된다(林業研究院, 1993). 송이生産量 變動狀況을 각 地域別로 分割하여 보면 이러한 減少傾向이 매우 뚜렷한 곳과 그렇지 않고 오히려 增加하는 곳을 區分할 수 있다(表 1). 송이 發生量이 減少하는 곳은 奉化, 報恩, 洪川, 溟州, 南原, 盈德, 英陽 等地로서 이들 大部分은 솔잎혹파리 被害가 지난 數年間 極甚하였던 곳이다(林業試驗場, 1985). 反面, 송이 發生量이 增加하는 곳으로는 淸道, 達城, 義城, 金陵, 高城, 咸陽, 旌善, 居昌, 慶州, 三陟, 原州, 永川, 迎日이었으며, 그 外 地域은 生産量이 維持되고 있는 것으로 把握되었다. 最近 3年間 平均 송이 生産量이 많은 順序는 蔚珍, 奉化, 襄陽, 盈德, 迎日, 三陟 順이며, 1993년도 大凶作인 해에 大部分의 地域에서는 生産量이 1992年度의 1/5-1/23 水準으로 激減하였으나, 奉化는 1/2 程度만, 그리고 達城은 1992年度와 달리 隣近의 慶山과 漆谷에서 生産된 송이가 達城에서 收買되는데 힘입어 約 10.2톤에서 14.9톤으로 4.7톤이 오히려 增加하였다. 長期的인 側面에서 地域間 송이 發生量에 變化가 생기는 原因은 송이를 收買하지 않는 隣近 地域으로부터 몰려오는 境遇 外에, 송이 所得에 대한 理解를 基礎로 한 송이 採取技術의 向上, 極甚한 瘠惡地로부터 地力回復, 솔잎혹파리 被害 또는 被害地의 回復, 소나무林의 壯齡化 또는 老齡化, 소나무林內 下層植生 發達과 有機物層 增加 등을 들 수 있다(林業試驗場, 1984). 이러한 自然的인 環境 變化는 未來의 송이山 管理를 爲하여 特記할 만한 事項이다.

송이 發生과 氣象要因

調査된 18個 主要 송이産地에서 송이 發生에

影響을 주는 重要한 因子들은 9月の 月平均最低氣溫, 日照率, 月平均氣溫, 相對濕度, 地中溫度, 降水量이었으며(表 2), 全體 18個 地域 資料를 統合하여 分析하였을 때 9月の 平均 最低氣溫이 $r^2=0.34$ 를 나타내어 가장 重要한 因子로 認識되었다.

地域別로 송이 發生에 대한 月別 降水量의 影響力이 41%($r^2=0.41$, $p=0.01$) 以上인 境遇는 9月에는 聞慶, 南原, 尙州, 10月에는 洪川으로 이들 地域에서는 송이가 나는 時期에 降水量이 매우 重要함을 보였다. 相對濕度는 큰 影響力이 없으나 9월에 榮州와 淸道에서, 10월에 淸道, 그리고 11月, 12월에 淸道地方에서 影響力이 41% 以上이었다. 卽, 降水量과 空中濕度는 주로 송이 發生時期인 9月과 10월에 重要性이 크므로 이 時期에 人爲的으로 菌環周邊에 물주기를 하면 效果가 있을 것으로 期待되었다. 이러한 傾向은 日本 히로시마(廣島)地方에서도 原基形成期 前後의 降水量이 송이 發生에 큰 影響을 미치는 것으로 報告된 바 있다(川上嘉章, 1990).

月平均氣溫은 9월에 聞慶, 三陟, 浦港, 義城, 靑松, 尙州 等지에서 송이 發生에 41% 以上 影響을 주었으며, 月平均最低氣溫 또한 9월에 盈德, 聞慶, 奉化, 三陟, 浦港, 蔚珍, 洪川, 義城, 靑松 等 9個 地域에서, 12월에는 報恩에서 송이 發生에 影響을 미치는 것으로 나타났다. 土壤溫度는 5월에 丹陽, 6월에 盈德, 그리고 9월에 浦港, 靑松, 英陽, 淸道에서 송이 發生에 큰 影響을 주는 것으로 나타났다. 日照率이 41% 以上 影響을 미치는 곳은 9월에 襄陽, 聞慶, 麟蹄, 蔚珍, 淸道와 尙州로 把握되었으며, 月平均 最低氣溫은 地中溫度, 平均氣溫, 日照率과도 關係가 있는 것으로 생각되었다.

송이 生産量이 많은 東海岸 地域에서는 降水量보다는 9月の 最低氣溫이 높을수록 송이 發生量이 많았다. 이는 地域的인 年中 降水形態와 土壤特性에 따라 송이 發生에 影響하는 主要 氣象因子가 다름을 나타낸다. 日本에서는 地域에 따라 年間 降水量과 積雪量이 많은 곳은 溫度가 重要하고, 降水가 적은 地方에서는 降水와 溫度가 重要한 것으로 把握되었다. 特히, 最低氣溫이 낮아지면 송이 發生量이 減少하는 것은 송이原基 形成을 위해서는 19℃ 以下の 溫度가 必要하지만 계속 溫度가 낮아져서 15℃ 以下로 내려가면 原

Table 2. Statistically significant monthly climatic conditions affecting pine-mushroom (*Tricholoma matsutake*) production by region

Region	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
	P H T L S I	P H T L S I	P H T L S I	P H T L S I	P H T L S I	P H T L S I	P H T L S I	P H T L S I	P H T L S I	P H T L S I	P H T L S I	P H T L S I
Yangyang									*			
Youngdook		+				*		+	+	+	+	+
Moankyung		+	+			+			*	*	*	+
Pongwha								++	*	*	*	+
Namwon			+	+	+	+	+	+	*	*	+	
Samchuck							+			**		
Inje					+	+					+	*
Youngil(D'ohang)				+			+	+		+	+	+
Uljin							+	+	+	+	+	+
Hongchun							++		*	*	++	
Yanggu					+	+	+	+		+		
Myungju					+					+		
Euisung		+						+	+	+	+	+
Andong								++	+	+		+
Cheongsong					+			+	+	+	+	+
Youngyang					+	+	+	+	+	+	+	+
Cheongdo		+	+	+	+		+	+	*	+	*	+
Sangju							+		*	+	*	*
No. + R ² × 10 ⁻²		1-1-14	2-1-11	-3-3-3	-1-15-1	-1-11-2	-3-4-12	1-75-21	-35-33-7	12-3-3	-1-1-1	1-11-12
No. + R ² × 10 ⁻⁴		-	-	-	-	-	-	-	324945	11-1-1	-	-
Total		1-1-1-14	2-1-1-11	-3-3-3	-1-15-1	-1-11-3	-3-4-12	1-75-21	3592712	23-3-3	-2-1-1	111112

P : Precipitation H : Relative humidity T : Mean temperature L : Minimum temperature
 S : Soil temperature I : Radiation rate + : r² > 0.26 (p < 0.05) * : r² > 0.41 (p < 0.01)

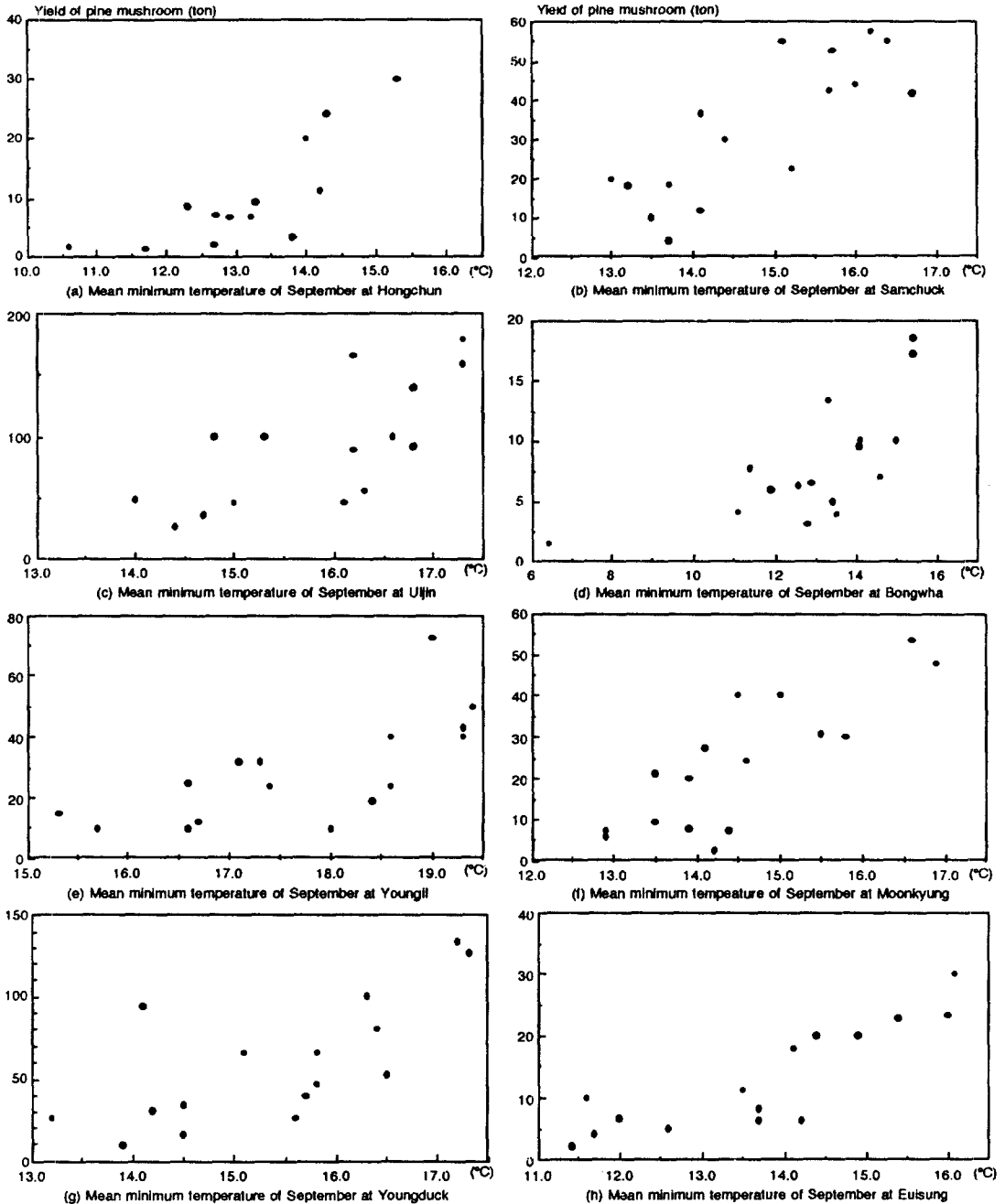


Fig. 2. Relationships between pine-mushroom production and mean minimum temperature of September at Bongwha, Youngduck, Moonkyung, Hongchun, Euisung, Youngil, Samchuck and Uljin areas.

基 形成도 안되고 菌絲生長도 幾何級數의으로 느려지기 때문이다(小川眞, 1991). 姜安錫 等(1989)은 8월의 平均最低氣溫이 높을수록 송이生産이

많다고 하였고, 富永保人(1975)의 低溫 터널試驗에서는 송이가 일찍 發生하나 冷却處理로 인한 發生量은 적었다고 하였다. 그러므로 송이 發生

의 制限因子로 把握되는 氣象因子中 송이 發生에 直接的으로 聯關하는 因子를 決定的으로 指摘하자면 송이原基가 形成되어 生長하는 時期인 9월의 氣象狀態가 가장 크게 影響을 미치며 그 중에서 月平均 最低溫度의 影響力이 가장 큰 것으로 判斷된다.

이 外에도 地域에 따라 5월, 6월, 7월 및 8월의 平均氣溫과 最低氣溫이 重要한 要因으로 把握되었다. 卽, 1984년의 豫察에서 나타난 바와 같이 6~7월의 最低氣溫이 높아야, 즉 低溫 現象이 없어야, 송이豐年이 期待된다(林業試驗場, 1984). 하지만, 이런 時期는 實際로 송이가 發生하는 時期와는 時間的으로 멀고 그간에 장마철이 있으므로 直接 송이生産과 結付하여 人爲的으로 어떤 處理를 試圖하기에는 不確實性이 너무 높다. 曹德鉉(1994)은 8월과 9월 降水日數가 많을수록 송이 發生量이 많다고 判斷하였으며, 버섯 發生에는 恒常 適當한 濕度維持가 重要하므로 1年 내내 고른 降水量이 必要함을 指摘한 바 있다.

한편, <表 2>를 살펴보면 9월과 10월의 氣象이 송이 發生에 가장 큰 影響을 미치고 있으나 氣象因子別로 송이生産에 미치는 影響은 地域的으로 크게 차름을 알 수 있다. 이 期間은 年間 송이 發生量의 95% 以上이 發生하는 時期로서 直接的으로 송이原基 形成과 子實體의 生長發育이 이루어지는 때이기도 하다. 이 時期에는 6個 氣象因子 모두가 重要하게 關與하지만, 특히 平均 最低氣溫과 日照率은 18個 產地 중에서 9個 產地에서 影響을 주었다. 특히 最低氣溫은 <그림 2>에서와 같이 15℃ 以上으로 높을수록 송이 發生量은 增加하였다.

송이生産이 豐年이었던 해의 9월 平均最低氣溫은 14~19℃로 地域的으로 差異가 있었다. 卽, 東海岸으로 남쪽인 浦港은 19℃일 때, 盈德과 蔚珍은 16~17℃, 中部內陸인 聞慶과 義城, 奉化, 三陟은 15~16℃, 洪川地方은 14℃ 以上일 때 發生量이 많았다. 송이原基 形成 刺戟溫度 範圍는 13~19℃로 알려져 있고, 송이 發生時期에 이 刺戟溫度에 이른 後의 地溫變化도 全體的인 송이 發生樣相에 큰 影響을 미치고 있다. 卽, 地中溫度가 19℃ 以下의 刺戟溫度에 이른 後 20℃ 以上으로 다시 上昇하면 이미 생겨난 송이原基가 腐敗하고 또 急激히 내려가서 15℃ 以下로 되면 송

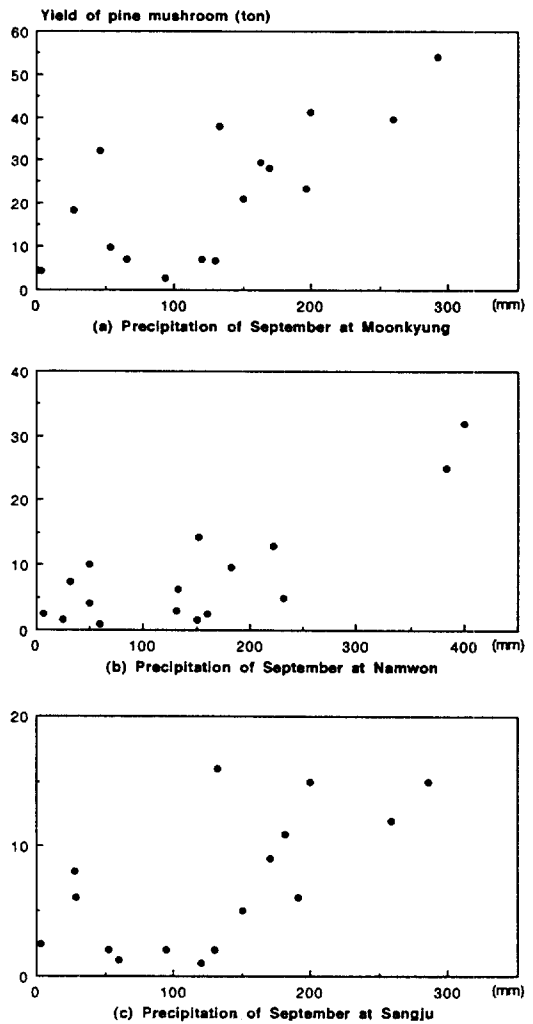


Fig. 3. Relationships between pine-mushroom production and precipitation in September at Moonkyung, Namwon and Sangju areas.

이가 더 以上 發生하지 않으므로 地溫이 19℃로부터 서서히 내려가도록 調節하는 것이 年間 長期的으로 송이 發生을 維持할 수 있는 方法이라고 할 수 있다(京都府 林業試驗場, 1982; 小川眞, 1991).

가뭄 克服策으로서의 人工灌水 效果

- 聞慶, 居昌地域에서의 實演試驗 -

여러 氣象因子 중에서 產地에서 人爲的으로 適用 가능한 것은 降水量으로 특히 聞慶, 南原, 尙州에서는 9월과 10월에 乾燥할 境遇, 菌環 周邊

에 灌水를 하여 송이 發生을 增加시킬 수 있을 것으로 推測되었다(그림 3). 資料分析 結果 灌水處理가 效率의 일 것으로 判斷된 聞慶地域 및 土壤條件이 聞慶地域과 비슷한 居昌地域에 各各 1個所를 選定하여 人工 灌水處理에 의한 송이發生 制限因子 克服試驗을 進行하였는데, 特히 1994年은 가뭏으로 因하여 1993年에 버금가는 송이凶年을 맞이하게 되어 灌水處理를 통해 가뭏을 克服하며 송이를 增産할 수 있는 可能性을 確認할 수 있었다(表 3).

聞慶地域에서는 對照區에 비해 灌水處理區가 5.6倍의 송이 發生量 增加 效果를 나타내었고, 송이의 平均重量은 13% 높았으며, 줄기의 길이나 直徑에는 큰 差異가 없었다. 또한, 居昌地域에서는 對照區에 비해 17.2倍의 송이 發生量 增加效果를 나타내었고, 송이의 平均重量은 對照區에 비해 35% 크게 나타났으며, 갓 直徑, 줄기길이 및 줄기直徑도 處理區가 더 크게 나타났다. 앞서 言及한 것처럼 1994年은 極甚한 가뭏으로 因하여 <表 3>에 나타내듯이 對照區는 송이 發生量이 菌環 10m當 1個 이내 이었던 反面, 灌水處理區는 地域에 따라 4.5~16.5個의 송이가 發生하여 9月 降水量이 송이 發生에 큰 影響을 미침을 實證할 수 있었으며, 人工 灌水處理가 이러한 制限因子 克服에 效果的인 方法으로 活用될 수 있음을 確認할 수 있었다.

그렇지만, 이러한 灌水 效果는 모든 産地에 適用될 수 있는 것이 아니므로, 該當年度의 降水量, 地形, 土性, 植生 등 地域의 特性에 맞는 狀況判斷이 重要하다. 特히, 最低氣溫이 높을수록 송이 發生量이 많은 傾向이 있음에 대하여 熟知

하며 菌環周邊의 地溫을 人爲的으로 保溫할 수 있는 方法을 構想할 必要가 있다. 1994年의 劃期的인 試驗結果는 1994年의 지나치게 높았던 氣溫과 人工灌水가 適時에 맞아 훌륭한 結果를 導出하게 된 것으로 생각되며, 이를 위해서는 몇 日前부터 灌水處理가 必要한가에 대한 正確한 檢證이 要求된다.

結 論

1978년부터 1994年中에서 송이 凶年이었던 해는 1980, 1986, 1991, 1993, 1994年으로 이 때의 共通의인 特徵은 9月의 平均最低氣溫이 낮거나 極甚한 가뭏이 있었던 해 이었다. 하지만, 降水量이나 最低氣溫이 송이 發生에 미치는 影響은 地域的으로 다르게 나타난다. 年間 降水量이 1,000~1,400mm로 地域間 差異가 있는 것도 理由가 될 수 있겠지만, 特定地域에 局限하여 特別한 氣象因子가 影響力이 크게 나타나는 理由는 송이産地의 土壤狀態, 즉 土深이 얇거나 모래와 자갈含量이 많으며, 傾斜가 급한 境遇 등 地域의 立地環境이 다르기 때문이다. 따라서, 地域別로 다른 송이 發生林의 興件을 明確히 把握하고, 該當地域의 主要 송이 發生 制限因子가 어떤 것인가를 個別的으로 把握하는 것이 重要하다.

本 研究에서는 17年間의 資料를 土臺로 9月의 氣象因子가 特히 많은 影響을 미침을 밝혔고, 송이 發生時期에 가까운 8月과 9월에 制限因子 克服을 爲한 試圖로서 可能的인 方法을 提示하였다. 特히, 乾燥한 해에 聞慶, 南原, 尙州地域과 같이 土深이 얇은 송이産地에서는 菌環周邊에 灌水를

Table 3. Effect of irrigation on number of fruiting body, average weight of each fruiting body, diameter of pileus, stipe length and diameter of pine-mushroom(*Tricholoma matsutake*) at Moonkyung and Keochang.

Region	Treatment	Fruiting body		Pileus diameter(cm)	Stipe	
		No. †	Weight(g) ‡		Length(cm)	Diameter(cm)
Moonkyung	Irrigation	4.5±0.4**	45.2±3.0*	4.1±0.5	6.9±0.7	2.6±0.2
	Control	0.8±0.3**	40.0±1.1*	3.5±0.4	6.2±0.6	2.5±0.1
Keochang	Irrigation	16.5±1.1**	53.6±4.1*	4.5±0.7	8.1±0.5*	3.1±0.3*
	Control	1.0±0.5**	39.8±1.2*	3.5±0.4	6.2±0.4*	2.5±0.2*

† No. of fruiting body was averaged within 10m of fungal hyphae(shiro, fairy ring)

‡ indicates average weight of each fruiting body

* indicates that the values were significantly different at the 5% level within each region.

** indicates that the values were significantly different at the 1% level within each region.

함이 매우 效果的일 것임을 豫測하여, 激甚한 가뭄으로 송이 發生量이 적었던 1994년에 聞慶과 居昌地域에서 人工灌水 處理를 試圖하여 對照區에 비해 5.6~17.2倍의 增收을 이루어 制限因子 克服의 可能性을 確認할 수 있었다. 아울러, 9月の 最低氣溫이 높을수록 송이 發生量이 대체로 많으므로 우선 '송이산에 햇빛이 充分히 들어오고 地溫이 維持되도록 하는 措置도 必要하다. 이를 爲한 具體的인 方法으로서 소나무林의 下層植生 整理와 함께 땅속의 송이菌環의 位置를 把握한 후 必要에 따라 물을 주거나 保溫하는 方法을 提示할 수 있다. 하지만, 이러한 諸般 處理를 實際로 遂行하기 위해서는 月別 氣象資料나 年間 송이 生産量을 土臺로 한 分析보다는 日字別 氣象因子와 生産量의 相關性을 明確히 究明하고 諸般 處理의 適用時期를 明確히 把握해 내는 作業이 보다 效果的인 송이 增收을 위해 持續해야 할 研究課題이다.

引用文獻

1. 姜安錫·車東烈·金養燮·朴容煥·柳昌鉉. 1989. 송이(*Tricholoma matsutake*) 生産과 관련된 氣候特性分析. 韓國菌學會誌 17(2) : 51-56.
2. 林業試驗場. 1984. 송이 人工增殖試驗. 試驗 研究報告書. 山林廳. p.939-1019.
3. 林業試驗場. 1985. 솔잎혹파리 研究白書. 山林廳 林業試驗場. 278pp.
4. 林業研究院. 1993. 林産버섯 生産性 向上. 短期 林産 新所得源 開發에 關한 研究(III). 山林廳. p.101-156.
5. 曹德鉉. 1994. 송이 發生林의 氣象條件과 송이 發生量과의 相關關係 및 立地環境 調査. 서울大學校 碩士學位 請求論文. 54pp.
6. 川上嘉章. 1990. マツタケ發生量に影響を及ぼす要因(1). 廣島縣 林業試驗場研究報告 24 : 3-4.
7. 京都府 林業試驗場. 1982. マツタケ. 試驗研究解説 series No. 6. 26pp.
8. 富永保人. 1967. 氣象と マツタケ發生量との關係について. 廣島農短大研究報告 p.1-11.
9. 富永保人. 1975. マツタケのtunnel方式栽培について研究. 廣島農短大研究報告 5(2) : 165-180.
10. 小川 眞. 1991. マツタケの生物學. 補訂版. 東京, 築地書館. 333pp.
11. Allen, R.B. and K.H. Platt. 1990. Annual seedfall variation in *Nothofagus solandri* (Fagaceae), Canterbury, New Zealand. Oikos 57 : 199-206.
12. SAS Institute Inc. 1985. SAS/STAT Guide for Personal Computers, Ver. 6 edit. Cary NC, USA. 378pp.