

양송이의菌絲生長 및 子實體 收量에 미치는 覆土材料의 理化學的 性質에 關한 研究

金 東 秀

農村振興廳 農業技術研究所

Studies on the Physico-Chemical Characteristics of Different Casing Materials Affecting Mycelial Growth and Yield of Cultivated Mushroom, *Agaricus bisporus* (Lange) Sing.

Dong Soo Kim

Institute of Agricultural Sciences

Office of Rural Development

Suwon, Korea

Abstract: Since the importance of casing in fruit body formation of *Agaricus bisporus* has been emphasized, physico-chemical characteristics of casing materials were discussed by many workers and a mixture of peat and mineral soil as proper casing material has been adopted in many of mushroom growing countries.

Because of limited resources of peat in Korea, it is necessary to find practical performance and substitutional materials for casing. The effect of casing on mycelial growth and mushroom yield of *A. bisporus* varied with materials, its combination and practices etc.

The experiments to be discussed in this paper are concerned with pH and Ca of casing material which influence *A. bisporus*, and changes of physico-chemical characteristics with mixing ratio of casing materials and its effect on *A. bisporus*. The optimum range of moisture content of each material, management of watering and application of physico-chemical characteristics of casing materials was also investigated and re-use of weathered spent compost for casing material was described.

1. The effect of calcium on mycelial growth of *A. bisporus* at various pH in Halbschalen-test showed different results with calcium sources. Best results were obtained around neutrality and fresh weight of fruit bodies grown in the range of pH 7 to 8 was highest among the tested levels.

2. Available moisture, pore space, organic matter, cation exchangeable capacity and exchangeable cation was increased by an increase of mixing ratio of peat in casing materials, while an adverse effect was obtained by addition of sand.

3. Mycelial growth on clay loam was more rapid at a lower bulk density of 0.75g/cc and at 20% moisture content on a dry weight basis at the same bulk density.

4. Mixing ratio of casing materials, 60 to 80 per cent by volume of peat mixed with 20 to 40 per cent of clay loam produced the highest yield of fresh fruit bodies and sand the lowest. However, per cent of open cap was highest in peat and lowest in sand.

5. Days required for fruit body initiation was shortened in mixtures of peat and clay loam by one to three days compared with other materials and the formation of flushes was clear.

6. The effect of some physico-chemical characteristics of casing materials on the fresh weight of fruit bodies were estimated by a multiple regression equation; $Y = -923.86 + 8.18X_1 + 8.04X_2 + 7.90X_3 + 0.12X_4 + 2.03X_5 - 0.82X_6 - 0.54X_7$ where $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$ are sand, silt, clay, available moisture, porosity, organic matter and exchangeable cation respectively. The productivity of certain casing material could be predicted from this equation.

7. Fresh weight of fruit bodies was positively correlated with porosity exchangeable cation, organic matter, available moisture, silt and clay of materials; while sand was negatively cor-

elated. On the contrary, sand was the unique factor reducing per cent of open cap.

8. Distribution of three phases of high productive casing material was concentrated in the range of 10 to 30 per cent solids, 15 to 30 per cent liquids, and 50 to 60 per cent in air volume.

9. Fresh weight of fruit bodies from peat was not affected with heavy watering but in clay loam and sandy loam severe crop losses occurred. Fresh weight of individual fruit was increased and open caps were decreased with heavy watering but light watering resulted in adverse effects; its effect was especially great in peat.

10. Optimum range of moisture content by weight on a dry basis was different with each casing material. To maintain optimum moisture content concerned with yield of fruit bodies and open cap, sandy loam and peat mixtures required daily watering of 0.6, 0.6 to 1.2 and 1.2 to 2.4 liters per 3.3m² of bed area, respectively.

11. Maximum yield of fruit body was recorded in the range of pF 2.0 to 2.5 of casing materials if organic matter content was below 4.2 per cent and in pF 1.3 to 1.8 if above 7.1%.

12. pF curve of a certain casing material could be drawn from moisture content at various pF values by multiple regression equations provided texture, organic matter and calcium of the casing material are given. Optimum moisture range of the casing materials also could be estimated by the equation.

13. It was possible to improve the physico-chemical characteristics of clay loam and sandy loam by addition of weathered spent compost although the effect was less than in the case of peat. Fresh weight of fruit bodies was increased by addition of weathered spent compost but its effect was not as remarkable as peat. Accordingly, further studies will be required.

緒 言

우리나라의 양송이栽培는 農家所得 増大를 爲해 1963年 忠北 陰城, 全南 光山 等地에서 처음으로栽培 및 加工 輸出이 試圖되어 今後 점차 全國의으로 普及되기 始作 1965年 現在 栽培面積이 100,000m²이던 것이 1967년에는 거의 1,000,000m²로 急激한 増加를 보였으나 이러한 趨勢에도 不拘하고 1963~1967년까지 계속 失敗만을 거듭하여 왔으며 그 原因의 하나로 一貫性없는 外國技術의 導入으로 因한 栽培技術의 缺陷을 들 수 있다.

양송이 子實體 收量を 높이기 爲해서는 種菌, 堆肥, 覆土 및 病害虫等 몇가지 要因이 關與하나 그中 覆土는 양송이의 子實體를 形成시켜 주며 또 形成된 子實體가 生長하는 동안 이를 支持해 주고 버섯의 뿌리로부터 營養의 吸收를 可能케하며 堆肥의 乾燥를 막아줌과 同時에 水分을 供給해 주기도 한다.

最近 覆土材料의 良否가 양송이 子實體의 收量を 높히는 데 큰 制限要因이 되고 있으며 특히 우리나라에서는 歐美 諸國에서 覆土材料로서 널리 利用되고 있는 土炭의 資源은 그 量이 極히 적어 普通 田畝의 흙을 利用함이 不可避한 實情이며 이에 따른 覆土材料의 土性 및 理化學의 性質도 多樣하고 子實體 收量の 變異도 크기 때문에 筆者는 1971년부터 覆土材料의 理化學의 性質이 양송이의 菌絲生長 및 子實體 收량에 미치는 影響을 檢討하고 이들의 適正 水分含量 範圍를 찾아내어 覆土材料의 灌水 量調節 및 理化學의 性質의 實用的인 改善

方法을 摸索코자 一連의 試驗을 實施한 바 그 結果를 이에 報告하는 바이다.

本 研究를 遂行함에 있어 機會를 주시고 始終 激勵해 주신 恩師 農村振興廳長 金寅煥 博士, 指導와 鞭撻을 베풀어 주신 農業技術研究所長 李正行 博士, 서울大學校 農科大學 鄭厚燮 博士, 有益한 助言을 해주신 前 農業技術研究所長 金泳燮 博士, 湖南作物試驗場長 咸泳秀 博士께 衷心으로 感謝드리며 아울러 研究를 도와준 菌桿研究擔當官室 同僚 여러분께 깊은 謝意를 表합니다.

I. 研究史

양송이 子實體의 形成은 堆肥 및 覆土層에서의 營養菌絲의 生長, 菌絲束으로의 轉換, 子實體原基의 形成 및 原基의 發達에 依한 子實體形成의 諸段階를 經過하면서 이루어지는데 營養菌絲가 生殖生長 段階로 變化하는 過程이 全的으로 覆土層에서 이루어지는 것이므로 覆土材料의 理化學의인 要因, 覆土方法, 覆土後의 管理 狀態는 양송이 子實體 形成에 至대한 影響을 미친다.

Pizer(1947)가 양송이 子實體의 收量, 品質等 栽培學의인 要求에 根據하여 覆土材料의 選定 및 材料의 配合利用에 關한 研究를 實施한 以來 覆土材料의 土壤粒子的 크기와 子實體 收量과의 關係(Edwards, 1951; Flegg, 1953; 朴 等, 1967), 覆土時期와 子實體 形成(Edwards, 1951; Rasmussen, 1970) 및 覆土材料두께(Rasmussen, 1964)等에 關해서 報告된 바 있으며 Belskoning(1950)은 覆土材料의 配合에 있어 壤土에 土炭

을 혼합함으로써 子實體 收量を 높이고 收穫期間을 延長시킬 수 있으나 開傘이 빠르다고 하였고 配合材料에 關한 研究에 있어서도 朴 等(1967)은 堆壤土와 모래, Flegg(1965)는 土炭과 白堊(chalk), Rasmussen(1964)은 土炭과 細礫(fine gravel), Stoller(1952)는 堆壤土, 土炭, 腐植質 石灰石等을, Edwards(1953)는 土炭, 모래, Vermiculite를 Rasmussen(1956)이 meadow soil를 사용한 것 등 研究者에 따라서 材料 및 方法이 相異하며 따라서 그 結果도 多樣하다. 또 Ganney(1974)에 依하면 最近까지도 栽培農家에 따라 配合材料, 配合方法 및 그 比率의 差異가 甚하다고 하였다.

양송이의 子實體를 均一하게 發生시키는 데 覆土는 密接한 關係가 있으며 (Hayes, 1974) 菌絲生長 및 子實體 形成에 미치는 細菌(Eger, 1962; Edwards, 1971) 및 CO₂의 影響(Atkins, 1966; Stoller, 1965)에 關해 報告된 바 있고 覆土材料의 理化學의 諸要因에 關한 研究結果에서 양송이는 培地의 酸度에 敏感하게 反應하여 人工培養時 菌絲生長을 爲한 最適 酸度は pH6가 7사이 에 있고(Treschow, 1944) 覆土材料의 最適 酸度에 關해 Allison and Kneebone(1962), Lambert and Humfeld(1939)는 pH5.5~8.0 範圍內에서 넓게 適應한다고 한 反面 Chapius and Courtieu(1962), Edwards and Flegg(1951)는 7.5內外가 最適이며, 이보다 높거나 낮으면 菌絲生長이 沮害된다 (Richer, 1958)고 하였으나 Reeve et al(1953)과 Kleermaeker(1953)는 覆土의 pH는 化學的 性質中 양송이 子實體 收量を 決定하는 가장 重要한 要因이며 Hp8.0~8.2에서, Bels-koning(1950)은 pH 8~9의 높은 範圍에서 各各 最高의 子實體 收量を 얻을 수 있다고 報告한 바 있다.

土炭과 같이 pH가 낮은 (pH 4~5) 覆土材料는 pH의 矯正이 必要하며 이때 石灰石이나 ground chalk를 使用하는 것이 가장 좋으나(Ganny, 1974; Richer, 1968) 消石灰나 炭酸石灰를 添加함으로써 子實體 形成을 促進시킬 수 있으며 (Edwards, 1953; Lambert and Ayers, 1956; Pizer, 1950) 또 矯正된 pH의 變化는 明白치 않으나 調節 當時의 pH가 6.0以上인 때는 栽培時期의 經過에 따라 pH가 減少되고 pH6.0以下일 때는 增加하는 傾向을 보인다(Allison and Kneebone, 1962)고 하였다.

양송이 菌絲生長 및 子實體 形成에 미치는 Ca의 效果에 對해서 Treschow(1944)는 Ca의 濃도가 40ppm까지는 菌絲生長을 促進하며 高濃度の K, Mg, P 등에 依한 生育 沮害作用에 對한 拮抗作用을 하고 Edwards(1951)는 비록 覆土材料의 酸도가 最適條件(pH7.5)이라 하더라도 Ca를 添加하면 菌絲生長 및 子實體 形成이

促進된다고 하였으나 Chee and Newhook(1965), Ewin(1968)은 Ca는 菌類에 따라 그 反應이 相異한 結果를 얻었으며 合成液體 培地에서 菌類의 生長에 對한 Ca의 役割은 아직 模糊한 點이 많다고 하였다.

Richer(1958)는 覆土材料 中の 無機鹽類는 子實體 形成에 큰 影響을 미치지 않는다고 하였으나 그後 Flegg(1961)는 覆土材料에 無機鹽類를 添加하면 子實體의 個體重은 무거워지거나 收量は 減少한다고 하였고 Reeve et al. (1965)은 이때 無機鹽類의 種類와는 關係가 없다고 하였다. K는 100—300ppm의 濃도가 양송이 菌絲生長의 最適水準이며 1,000ppm 以上일 때는 沮害作用이 나타나지만 Ca의 拮抗作用에 依해서 K의 過剩 吸收에 의한 被害를 避할 수 있다고(Treschow, 1944) 하였으나 Pizer(1950)는 K₂O, P₂O₅의 添加와 子實體 收量과의 關係를 認定하지 않고 있다. Lambert and Ayers(1952)는 覆土材料에 Mg 含量이 높은 石灰石을 添加할 경우 Mg含量 過多에 依한 子實體 形成이 沮害된다고 하였으나 그 후(1956) 이들은 Mg含量이 33%인 炭酸石灰를 覆土材料에 20% 添加하여도 菌絲生長 및 子實體 形成에 影響을 주지 않는다는 相反된 結論을 내리고 있다. Na는 양송이 菌絲生長 및 子實體 形成을 抑制하는 것으로 알려져 있으며(Reeve et al, 1959) 覆土材料의 陽ion 置換容量은 子實體 形成에 必要한 pH를 높이고 材料의 良否를 決定하는 要因이 되며 (Stoller, 1955) Mg含量이 높은 Vermiculite를 覆土材料로 使用時 粘土나 土炭을 混用함으로써 陽ion 置換容量을 높여 Mg過多에 依한 菌絲生長의 沮害를 防止할 수 있었다(Edwards and Flegg, 1953)고 하였다.

覆土層으로 부터 양송이 子實體 生育에 必要한 營養分이 供給되는 것이 아니므로 覆土材料의 化學的 要因(pH除外)보다는 物理的 性質이 더 重要視 된다고 하며(Richer, 1958; Bels-koning, 1950), Reeve et al. (1959), Kleermaeker(1953) 등은 양송이 子實體의 收量を 支配하는 主된 物理的 要因은 覆土材料의 土壤構造와 保水力이라하고 良質의 覆土材料는 團粒構造로 形成되어 있어야하며(Wuest and Schisler, 1970; 藤沼, 1964) 또 灌水에 依해 土壤構造가 變化됨이 없이 오래 維持되는 것이 바람직하고(Edwards and Flegg, 1951; Flegg, 1958) 覆土層 및 堆肥內에 물과 空氣의 透過가 잘되며(Edwards and Flegg, 1953; Richer, 1958) gas交換이 圓滑히 이루어져서 양송이 子實體의 收量を 增加시킨다고 하는 報告(Wuest and Schisler, 1970)들이 있다. 覆土材料의 團粒 形成에 關與하는 가장 重要한 要因은 有機物含量이며(Richer, 1958) 酸化鐵, 粘土 및 腐植

함량도 主要視된다고 하며 腐植 함량은 5~10%가適當한 것(Richer, 1958; 藤沼, 1964)으로 알려져 있다. 양송이 菌絲生長에 알맞는 孔隙率은 50% 정도로서 그中 空氣와 물로써 各各 25%씩 占有되고 있을때가 理想的이며 有機物含量이 높은 草地 土壤을 使用함으로써 可能하다고 하였고(Richer, 1958) Rao and Block (1962)는 土炭과 모래의 配合比率을 50:50으로 할 때 孔隙率과 保水力이 높고 버섯形態가 圓錐形으로 되어 收穫時 損失量이 줄어 7%가 增收된 結果를 얻었고 何 (1969)는 土炭을 使用하면 保水力이 增加되며 子實體 收量도 높다고 하였다. Leenheer and Ruymbeke (1962)는 土壤의 保水力을 決定하는 要因을 모래, 微砂, 粘土, 有機物 및 Ca로 定하고 Bels-koning (1950)은 保水力이 濕土重量으로 10%以下가 되면 양송이 子實體 收量을 低下시킨다고 하였다.

有効水分 및 保水力을 增加시키는 데 있어 Jamison and Korth (1958)은 有機物 含量의 增加가 重要視되며 有機物은 粘土含量이 10~20% 範圍에서는 粘土를 微砂와 같은 크기의 團粒으로 形成시켜 保水力도 增加시키나 粘土含量이 많은 土性에서는 그 效果가 뚜렷하지 않다고 報告하였다. 양송이의 適正 水分含量은 覆土材料에 따라 다르며(Pizer, 1950) 礦物質 土壤은 65%, 土炭의 含有된 土壤은 70%가 最適(Stoller, 1954)이라고 하였고 Stoller (1955)는 土炭은 물로써 거의 飽和(80%) 되어야 하며 잘 다져져야 한다고 했으며 Ross (1968)는 양송이 發芽層의 水分含量은 40%, 表面은 60%以上 維持하는 것이 適當하며 또 Kindt (1968)는 灌水量이 不足하여 覆土材料의 水分含量이 圃場容水量의 50% 以下일 때 子實體 收量 및 個體量이 減少하며 이는 種菌의 系統에 따라 그 反應이 다르다고 報告하였다. 覆土時 材料의 水分含量은 菌絲生長에 影響을 주며 覆土後 1~2回 灌水하면 菌絲가 緻密하게 生長하나 覆土材料의 水分含量이 過多하면 堆肥中の 菌絲生長을 阻害하며 覆土層에 菌絲束이 稠密하게 자라지 못하여 Stroma와 類似한 버섯덩이가 發生하고(O'Donoghue, 1962) 너무 乾燥하면 菌絲는 弱하게 자란다(Rasmussen, 1964)고 한다. Reeve et al. (1959)은 覆土材料의 水分含量과 子實體의 個體重, 發芽數 間에는 密接한 關係가 있어 覆土材料의 水分含量이 減少함에 따라 個體重은 減少하는 反面, 發芽數는 增加한다고 하였다. 覆土層의 菌絲는 灌水量에 對해 매우 敏感하여 灌水過多時 子實體 줄기가 뒤틀리고 길며 갓이 적은 畸形을 나타내며 大部分이 水浸狀의 組織이 된다(Ross, 1968)고 하였고 Edwards (1968)는 灌水量은 土炭의 配合量과 關係가 있으며 土炭과 모래를 配合한 處理에서 孔隙量이 큰

材料는 覆土의 두께가 두꺼울수록 多收穫된다고 報告하였다. Flegg (1953)는 灌水過多로 因해 團粒構造가 相當量 破壞될 憂慮가 있고 이때 菌絲의 存在는 團粒의 維持에 큰 도움을 준다고 하며 Richer (1958)는 覆土後 子實體 發生時까지(2週間)의 灌水에 留意하여 團粒이 破壞되지 않도록 해야 된다고 하였다. 따라서 覆土後 1週期의 子實體가 發生되기 前까지는 灌水量을 적게 하고(Lambert and Ayers, 1952) 1週期 灌水는 保水力의 最上限이 되도록 灌水하는 것이 좋다(Wuest, 1970)고 하였다. 또 覆土材料 調製時에 너무 過濕한 材料를 使用하거나 灌水時에 물이 覆土層表面에 高壓으로 떨어지면 團粒이 破壞된다(Richer, 1958)고 알려져 있다. 灌水方法에 있어서 Flegg (1962, 1965)는 capillary watering의 利點을 紹介한 바 있으나 아직 實用化 段階는 아니며 Gandy (1970)는 이 方法이 實驗目的으로는 價置가 있으나 實用的인 效果에 있어서는 否定的인 見解를 提示하였다. 한편 灌水回數도 覆土材料 및 1回 灌水量에 따라 달라진다(Flegg, 1950)고 하였다. 松木 (1964)은 萎凋係數가 作物에 따라 多少 差異는 있으나 類似하며 土性間에 差異가 있다고 하며 山崎(1965)는 植物의 萎凋含水量은 約 15氣壓, 圃場容水量은 0.3氣壓으로 表示했고 Edwards and Flegg (1951)는 양송이의 萎凋含水量이 一般高等植物(pF 4.2)보다 若干 낮으며 灌水量에 따라 pF值가 달라지고 子實體 收量은 堆壤土의 경우 pF 3.9~3.2에서, 土炭을 混用할 때에는 이보다 낮은 pF 3.4~2.5範圍에서 各各 子實體 收量이 가장 높다고 하였으며 Flegg (1954)는 同一한 土炭이라 할지라도 材料粒子의 크기, 構造等에 따라 保水力이 달라지며 pF值도 變化한다고 하였고 圃場容水量을 吉良 (1960)은 pF 1.8~2.2의 範圍, Colman (1947)은 砂質土壤에서 pF 2.0, Richards and Weaver (1944)는 1/3氣壓 (pF 2.47)에 相當한다고 各各 報告하였다. Flegg (1950)는 堆壤土와 모래를 配合時 모래의 配合比率이 增加함에 따라 圃場容水量은 減少되었다고 하며 Shalter and Williams (1965)는 土壤粒子가 細粒일수록 圃場容水量과 萎凋含水量이 높았다고 한다.

Shalter and Williams (1965)는 有効水分을 15氣壓과 1/3氣壓의 範圍로 定한 바 있으며 有機物은 萎凋含水量과 密接한 關係가 있고 有効水分을 1/3氣壓과 15氣壓으로 測定하였을 때 모래는 負의 相關, 粘土, 微砂는 正의 相關이 있었다(Peterson et al., 1968; Lund, 1959)고 한다.

양송이 廢床堆肥의 再利用에 關해서는 Flegg and Randie (1968)과 Till (1962)等이 廢床堆肥와 糞을 使用하여 양송이 菌床堆肥로 使用하거나 Lemke (1963)가

廢床堆肥를 綿實粕과 混合, 種菌栽植前 菌床堆肥에 添加한 바 있으며 最近 有機質源의 求得이 困難한 境遇에 廢床堆肥를 2~3年間 野積後 覆土材料에 添加하거나 (Wuest, 1974) 田作地에 施用한 後 1年 後 採土하여 使用했을 때 양송이 子實體의 收量이 增加된다 (Yeatman, 1974)는 事實도 報告되었다.

II. 材料 및 方法

供試菌의 系統 : 양송이 [*Agaricus bisporus* (Lange) Sing.] 系統은 農村振興廳에서 優良系統으로 選拔된 501號 白色 系統으로서 種菌은 25°C에서 試驗管内 堆肥抽出培養基上에서 累代培養 保存된 양송이 菌絲를 接種源으로 小麥을 培地로 使用하여 製造되었다.

양송이 栽培 : 供試 堆肥는 볏짚(100)에 鷄糞(10), 米糠(5), 尿素(1.2~1.5) 및 石膏(1)를 配合하여 野外堆積(15~25日間)과 室內後發酵(50~55°C, 8일간) 過程을 거쳐 製造되었으며 造床時 穀粒種菌을 4lb/3.3m²로 水分含量이 70%(濕土重量%) 內外인 堆肥에 栽植하고 25°C內외의 溫度에서 2週間 菌絲生長시킨 후 2.5~3cm 두께로 覆土하였다.

供試된 覆土材料는 表土를 除去하고 心土(B層)를 採取하여 3mesh 체로 쳐서 水酸化칼슘으로써 pH를 8.0으로 調節하여 80°C에서 60分間 蒸氣消毒시킨 후 水分含量을 65%(容水量%)로 맞추어 使用하였다. 土炭은 京畿道 安中產으로서 土探 50cm以下에서 採取된것을 使用하였다. 覆土 7日後에 15°C로 室溫을 下降시켜 以後 15°C內외의 溫度가 維持되었으며 灌水는 1回 灌水량을 1.2l/3.3m²로 하여 溫度下降時 1回하고 覆土 16日後부터 每日 1回 實施하였다. 種菌栽植 後부터 室內 濕度는 R.H. 80~90%로 維持되었으며 覆土 3週後부터 收穫하기 始作하여 以後 廢床時까지 實驗에 따라 一定期間 收穫이 繼續되었다. 양송이 子實體 收量은 버섯의 基底部를 약 2cm 길이로 切除한 子實體 重量으로, 버섯 品質은 開傘率 및 個體量으로 表示하였으며 其他는 農村振興廳 農業技術研究所 標準 栽培法에 準하였다.

覆土材料의 理化學的 性質分析 : 農村振興廳 農業技術研究所 標準分析方法(農技研, 1973)에 準하여, 覆土의 土性은 Sodium-hexameta-phosphate를 分散劑로 使用하여 Hydrometer法으로 分析하였으며 保水力은 氣壓法, 假比重은 體積에 對한 乾物比로 하여 分析하였고 pH는 Beckmann pH meter (Model 96A)에 依한 硝子電極法, CHC는 Ammonium acetate法, 有機物은 Tyurin 法으로 全炭素를 求하여 Bemmelen 恒數 1.74를 곱하여

有機物含量으로, Exchangeable cation은 Ammonium acetate로 浸出시켜 Atomic Absorption Spectrophotometer에 依하여 分析하였다.

水分含量의 表示 : 乾土重量%, 濕土重量%, 容量% 水分張力 및 pF(Potential force)等이 있으나 本試驗에서는 理化學的 性質이 다른 覆土材料의 保水力 變化를 알기 爲해 pF로 表示하였고 pF分析에 있어 pF 1.65~2.47範圍는 風乾土壤 約 25g을 Porous plate上에서 24時間 浸漬시킨 後 air compressor로 35mm/Hg (pF 1.65), 76mm/Hg (pF 2.0), 170mm/Hg (pF 2.35), 228mm/Hg (pF 2.47)로 48時間 加壓한 後 土壤中에 殘存하는 水分을 105~110°C에서 oven dry시켜 乾土重量法으로 秤量 測定하였고 pF 3.53~4.2範圍는 Presser membrane上에서 24時間 浸漬시킨 다음 N₂ gas를 使用하여 50psi (pF 3.53), 10psi (pF 3.84), 150psi (pF 4.0), 220psi (pF 4.2)로 48時間 加壓하여 같은 方法으로 土壤中 水分含量을 測定하였다.

灌水量에 따른 覆土水分含量은 供試 覆土材料의 保水力의 差異를 考慮하여 양송이發生 每週期末마다 試料를 25~30g 採取하여 105~110°C에서 oven dry시켜 秤量 測定하여 乾土重量% $\left(\frac{\text{濕土重量} - \text{乾土重量}}{\text{乾土重量}} \times 100 \right)$ 로 表示하였다.

覆土材料의 三相 : Core method의 變法을 使用하여 覆土層에서 直徑 5cm로 一定量의 試料로 採取한 部位에 粒徑이 0.6~0.8mm인 모래를 채워 體積을 求하고 假比重을 算出하여 固相率 $\left(\frac{\text{假比重}}{\text{眞比重}} \times 100 \right)$, 液相率(乾土水分含量 \times 假比重) 및 氣相率 $[100 - (\text{固相率} + \text{液相率})]$ 을 求하였다.

1. 覆土材料의 pH 및 Ca의 影響

覆土材料의 pH 및 Ca의 效果를 調査하기 爲하여 堆積土 75%에 腐植土 25%를 體積比로 配合한 覆土材料에 水酸化칼슘을 添加하여 pH를 5~8까지 段階의 으로 矯正하였다. 그리고 栽培箱子(0.275m²)에 堆肥 15kg을 넣고 양송이 種菌 120g을 接種하여 15日後에 위와 같이 處理된 覆土材料를 30cm두께로 被覆하고 各 處理區는 亂塊法 4反覆으로 配置하였으며 40日間 收穫하였다.

또한 室內實驗에서 HCl과 NaOH로 覆土材料의 pH를 4~9로 矯正後 黃酸칼슘과 水酸化칼슘을 칼슘의 分子量이 同一하게 (1g Ca/1000g覆土材料) 各 覆土材料에 添加하여 混合하였고 칼슘을 添加치 않은 覆土材料를 對比區로 두어 Petri dish의 半을 覆土材料로 채우고 나머지 半을 양송이 種菌으로 채워 (Halbschalentest) 25°C의 恒溫器에서 培養하면서 生長된 菌叢의 長이를 每日 測定하였다.

2. 覆土材料의 組成比率

覆土材料의 理化學的 性質이 양송이 菌絲生長 및 子實體 收量에 미치는 影響을 알기 위하여 砂土 및 土炭 處理區外 堆壤土에 砂土 및 土炭을 各 20, 40, 60, 80의 體積比로 配合한 材料를 供試하여 pH를 調節하고 蒸氣消毒한 이들 覆土材料를 試料로 理化學的 性質을 分析하였고 覆土材料別 양송이 子實體 收量 및 開傘率을 調査하였으며 多收穫을 할 수 있는 覆土材料의 三相 範圍를 求하였다.

3. 覆土材料의 水分含量

灌水량을 달리하였을때 保水力이 각기 다른 覆土材料의 水分含量의 變化와 양송이 子實體 收量 및 品質과 堆肥中 菌絲狀態를 調査하기 爲하여 覆土材料로 土炭, 土炭₂₀+堆壤土, 土炭₅₀+堆壤土, 堆壤土 및 砂壤土를 使用하여 覆土하였으며 灌水는 覆土 16日後부터 1回 灌水량을 0.6, 1.2, 2.4, 4.8l/3.3m²로 하여 每日 1回 實施하였다. 各 處理區는 細細區 分割區 配置法 5反 覆으로 配置하여 양송이 子實體 收量, 個體量, 開傘率 및 子實體 水分含量을 調査하고 27日間 每日 灌水하여 覆土材料別 水分含量과 種菌栽植 73日後 堆肥中 菌絲狀態를 調査 比較하였다.

4. 廢床堆肥의 添加效果

양송이 廢床堆肥를 12個月間 野積하여 腐熟시켜서 風乾하여 分粹한 後 3mesh체로 쳐서 堆壤土(標準)와 理化學的 性質이 양송이 栽培에 不適當한 砂壤土에 20, 40, 60%의 體積比로 添加하여 覆土材料로 使用하였으며 廢床堆肥 添加에 따른 覆土의 理化學的 性質의 變化가 子實體 收量에 미치는 影響을 調査하였다.

III. 實驗結果

1. 覆土材料의 pH 및 Ca의 影響

覆土材料(堆壤土75 : 腐植土 25)에 水酸化칼슘을 添加, pH를 5~8까지 矯正하여 覆土材料의 pH가 子實體 收量에 미치는 影響을 調査한 結果 pH 7~8範圍에서 子實體의 發生이 많았고 이보다 pH가 낮으면 收량이 減少되었다(그림 1). HCl과 NaOH로 覆土材料의 pH를 4~9로 固定한 後 水酸化칼슘과 黃酸칼슘 添加區와 對比區의 菌絲生長을 Halbschalentest를 通하여 比較하면 水酸化칼슘은 pH 5~8範圍에서, 黃酸칼슘은 pH 7 內外에서 칼슘의 添加效果가 顯著히 나타났으며 또한 全體적으로 中性에 가까울수록 菌絲生長

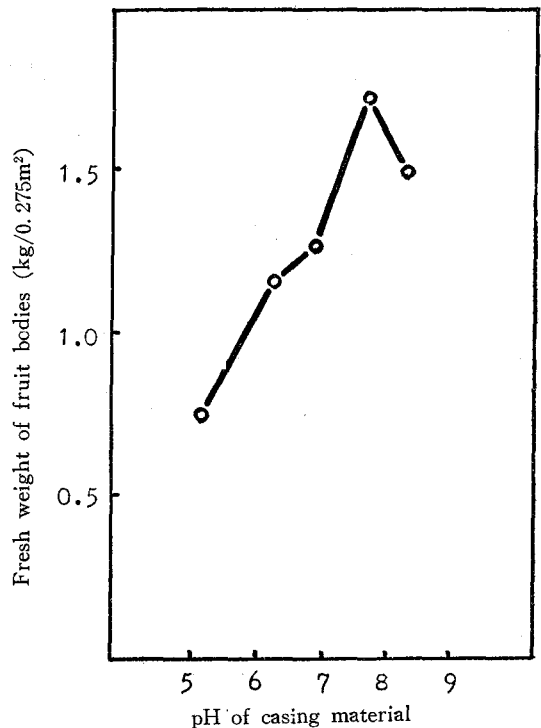


Fig.1. Effect of pH in the mixture of clay loam and humus soil by volume (75 : 25) on fresh weight of fruit bodies of *A. bisporus*, when pH of casing mixture was adjusted with calcium hydroxide, 1971.

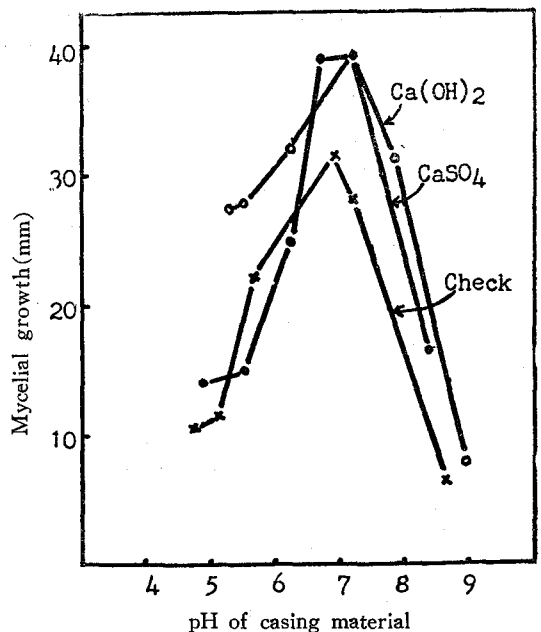


Fig.2. Effect of pH in the mixture of clay loam and humus soil by volume (75 : 25) supplemented with calcium hydroxide or calcium sulfate on the mycelial growth of *A. bisporus* by Halbschalentest, 1971.

이 빠른 傾向을 보였다(그림 2).

2. 覆土材料의 組成比率에 따른 菌絲生長 및 子實體 收量

(1) 理化學的 性質의 變化

砂土, 埴壤土 및 土炭을 體積比로 配合한 覆土材料를 試料로 理化學的 性質을 分析한 結果 表 1에서와 같이 粘土의 含量은 모래의 添加量이 增加할수록 減少되었고 有効水分은 5~82%사이로서 土炭의 添加量이 增加함에 따라 萎凋含水量이 높았지만 圃場容水量이 더욱 높아 有効水分이 增加되었다. 假比重은 0.25~0.99g/cc

로서 모래의 含量이 增加할수록 높았고 土炭의 添加量이 增加할수록 낮았다. 孔隙率은 62~90%, 有機物含量은 0.35~33.5%, CEC는 1.2~33.5me/100g으로서 모래含量이 增加할수록 減少되었으나 土炭을 添加함에 따라 增加되었다. 置換性監基 中 Ca의 含量은 3.35~24.88me/100g으로서 土炭의 添加에 따라 增加하는 傾向을 보였으며 Mg는 0.16~11.04, K는 0.16~1.47me/100g으로서 모래의 添加에 따라 減少되나 土炭의 添加에 따라 增加되었고 Na는 0.15~0.16me/100g으로서 모래 添加區보다 土炭 添加區에서 多少 높았으나 一定한 傾向은 없었다.

Table 1. Comparisons of some physico-chemical characteristics of casing materials of clay loam-sand and clay loam-peat by different volumes, 1971.—1972.

Casing material with % volume	Per cent			Per cent		Bulk density gm/cc	Porosity %	pH 1:5	CEC me/100g	Exchangeable cations me/100g			
	Sand	Silt	Clay	Avail. moisture	O.M.					Ca	Mg	K	Na
1. CL ₁₀₀	35.30	34.15	30.55	15.70	0.90	0.75	71.80	7.8	8.08	11.55	3.19	0.24	0.59
2. CL ₈₀ +S ₂₀	48.90	26.95	24.15	12.05	0.78	0.82	69.20	7.7	6.20	9.00	0.96	0.23	0.15
3. CL ₆₀ +S ₄₀	64.45	18.25	17.30	10.10	0.66	0.87	67.29	7.4	4.59	7.13	0.65	0.15	0.15
4. CL ₄₀ +S ₆₀	79.90	13.05	11.05	7.15	0.56	0.88	66.80	7.7	3.28	6.71	0.79	0.19	0.22
5. CL ₂₀ +S ₈₀	82.25	12.05	5.70	5.25	0.35	0.95	64.10	7.8	2.25	4.25	0.61	0.18	0.15
6. S ₁₀₀	91.30	6.80	1.90	7.59	0.35	0.99	62.90	8.0	1.25	3.35	0.69	0.16	0.31
7. CL ₈₀ +P ₂₀	37.45	31.80	30.75	13.85	3.67	0.66	75.20	7.4	11.03	14.31	1.85	0.35	0.26
8. CL ₆₀ +P ₄₀	33.80	41.05	25.15	21.10	8.45	0.55	79.25	7.5	15.23	18.25	2.94	0.46	0.33
9. CL ₄₀ +P ₆₀	30.05	44.20	25.75	33.25	12.29	0.43	83.85	7.4	20.50	20.00	4.75	0.86	0.47
10. CL ₂₀ +P ₈₀	24.15	47.60	28.25	40.50	17.11	0.36	86.35	7.7	24.40	19.50	6.63	1.23	0.23
11. P ₁₀₀	11.05	57.35	31.60	81.60	33.55	0.25	90.50	8.0	33.55	24.88	11.04	0.47	0.60

CL : Clay loam, S : Sand, P : Peat.

處理 覆土材料別 子實體 發生 및 開傘率을 살펴보면 子實體 收量은 埴壤土₂₀+土炭₈₀區에서 가장 많았으며 다음은 埴壤土₄₀+土炭₆₀>土炭₁₀₀>埴壤土₆₀+土炭₄₀>埴壤土₈₀+土炭₂₀의 順이고 모래₁₀₀區에서 가장 적었으며 開傘率은 有機物含量이 많은 土炭₁₀₀區가 34.5%로서 가장 높았으며 다음이 埴壤土₄₀+土炭₆₀>埴壤土₂₀+土炭₈₀의 順이고 모래₁₀₀區에서 가장 낮았다(그림 3).

또한 그림 4에서 보는 바와 같이 土炭區에서 子實體 形成이 促進되었고 土炭 添加區에서 子實體 形成期間이 他 覆土材料에서 보다 1~3日 短縮되었다.

土炭과 모래의 含量이 各各 많은 處理區間의 週期形成을 보면 土炭含量이 많은區(埴壤土₂₀+土炭₈₀)에서는 週期的 形成이 뚜렷한 反面, 모래含量이 많은區(모래₁₀₀ 및 埴壤土₂₀+모래₈₀)에서는 뚜렷하지 않았다(그림 5).

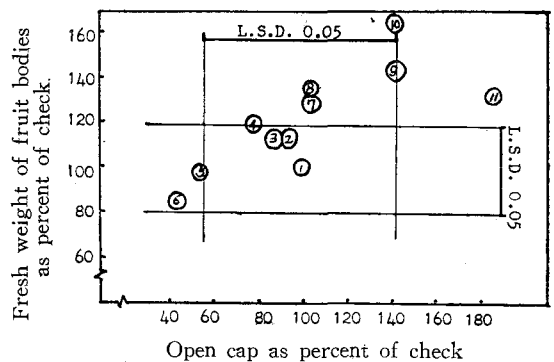


Fig. 3. Relationship between fresh weight of fruit bodies and per cent of open caps in *A. bisporus* at different casing materials, 1971—1972. Treatment numbers with circle in the figure refer to Table 1. Check plot ① with clay loam yielded 36.2kg/3.3m² bed area and obtained 21% open cap.

埴壤土에 土炭 및 모래의 添加量을 달리하여 試驗管 (3×20cm)에 體積이 70cc되게 넣고 土壤 上端에 양송이 穀粒種菌 10g을 接種하여 菌絲生長을 調査한 結果, 土炭 添加區에서 모래 添加區보다 顯著하게 菌絲生長이 빨랐으며 土炭 添加量의 增加에 따른 差異는 없었다(그림 6).

埴壤土를 材料로 假比重을 0.75, 1.00, 1.30g/cc, 水分含量(乾土重量 %)을 10, 20, 30%로 달리하여 試驗管內에서 實驗하였을 때 假比重이 높은 1.30, 1.00g/cc 보다 낮은 0.75g/cc에서, 同一假比重에서도 水分含量 20%에서 菌絲生長이 빨랐다(그림 7).

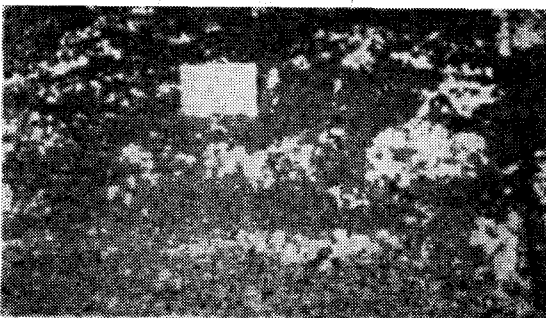
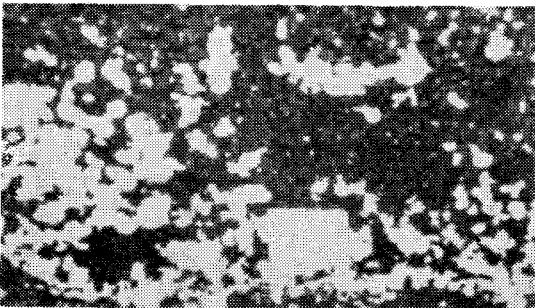


Fig. Formation of fruit bodies of *A. bisporus* on different casing materials at the beginning of first flush. Upper : Sandy loam, Center : Peat, Lower : Clay loam.

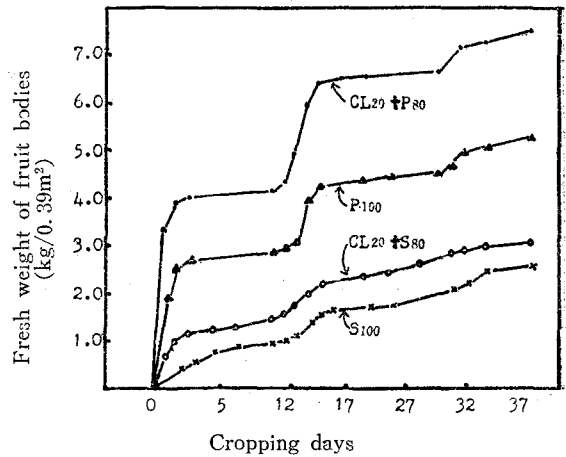


Fig. 5. Accumulative curves of fresh weight of fruit bodies in *A. bisporus* at different casing materials with per cent volume. 1971—1972. CL : Clay loam, P : Peat, S : Sand.

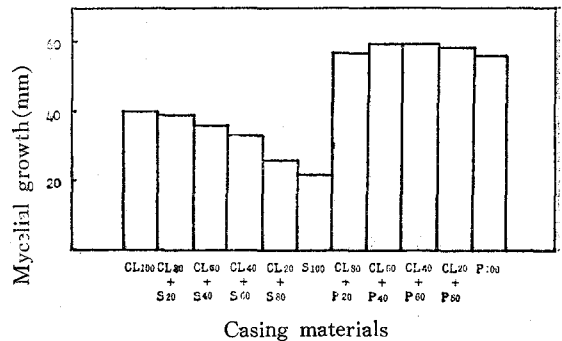


Fig. 6. Mycelial growth of *A. bisporus* at different casing materials with per cent volume in test tubes 7 days after spawn inoculation. CL : Clay loam, S : Sand, P : Peat.

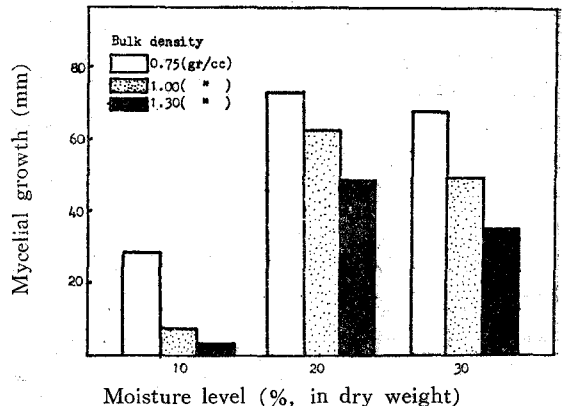


Fig. 7. Effect of bulk density of casing soil with clay loam at different moisture levels on mycelial growth of *A. bisporus* in test tubes 7 days after spawn inoculation.

Table 2. Correlation coefficients for the fresh weight of fruit bodies or per cent of open cap in *A. bisporus* and some physico-chemical characteristics of casing materials which significance was found, 1971—1972.

	Perc ent						me/100g
	Sand	Silt	Clay	Avail • moisture	Porosity	O.M.	Exchangeable cation
Wt. of fruit bodies	-0.65**	0.69**	0.54*	0.56*	0.83**	0.59**	0.73**
Per cent of open caps	-0.83**	0.83**	0.74**	0.73**	0.85**	0.66**	0.84**

*** : Significant at 5%, 1% level, respectively.

Table 3. Estimating multiple regression equations for the combined effects of amount of sand, silt, clay, available moisture, porosity, organic matter, and exchangeable cation of casing materials and the fresh weight of fruit bodies or per cent of open caps in *A. bisporus*, 1971—1972.

	Multiple regression equation	r
Wt. of fruit bodies	$Y = -923.86 + 8.18X_1 + 8.04X_2 + 7.90X_3 + 0.12X_4 + 2.30X_5 - 0.82X_6 - 0.54X_7$	0.93**
Per cent of open cap	$Y = -1988.67 + 19.03X_1 + 18.86X_2 + 18.86X_3 + 0.75X_4 + 1.50X_5 - 1.90X_6 + 0.03X_7$	0.96**

$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$ = Amount of sand, silt, clay, available moisture content, porosity, organic matter in per cent, respectively. X_7 = Amount of exchangeable cation in me/100g of casing materials.

** : Significant at 1% level.

(2) 子實體 收量 및 開傘率과 理化學的 性質과의 相關

子實體 收量 및 開傘率과 覆土材料의 理化學的 要因 間의 相關關係를 보면 表 2에서와 같이 覆土材料의 理化學的 要因 中 子實體 收量を 가장 크게 支配하는 要因은 孔隙率이었고 다음으로 置換性鹽基, 微砂, 有効水分, 粘土의 順位로 正(+)의 相關關係가 있었고 모래는 子實體 收量を 減少시키는 要因이었으며 開傘率과의 關係는 모래가 開傘率을 減少시키는 唯一한 要因이며 他要因들은 開傘率을 增加시켰다.

특히 孔隙率은 收量を 增加시키는 反面, 開傘率도 增加시키는 큰 要因이 되고 있다. 有効水分, 粘土는 收量を 增加시키는 要因으로 크게 作用하지 않으나 開傘率을 增加시킨다. 그러나 粘土는 團粒을 造成하여 孔隙率은 높혀주고 CEC를 높혀 子實體 收量を 높혀주는 間接的인 效果가 있다. 化學的 性質과의 關係를 보면 有機物含量 1.92%, CEC 10.8, Ca 12.9, Mg 1.85, K 0.21me/100g 以上일 때 子實體 收량은 높으나 開傘率도 높았고 有機物含量 3.7~8.5%, CEC 11.0~15.2, Ca 14.3~18.3, Mg 1.85~2.94, K 0.35~0.46me/100g 範圍에서 開傘率이 낮고 收량이 높아 이 範圍가 覆土材料의 化學的 性質로서 適合한 結果를 얻었다. 覆土材料의 理化學的 性質과 子實體 收量 및 開傘率과의 多重

相關關係는 表 3과 같으며 覆土材料의 理化學的 性質이 주어지면 이 回歸方程式으로 부터 子實體 收量 및 開傘率을 算出할 수 있었다.

(3) 覆土材料의 三相

土壤의 三相은 土壤中 土壤粒子和 有機物(固相), 土

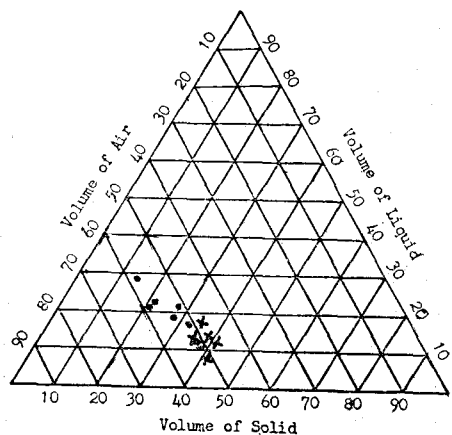


Fig. 8. The distribution of solid, liquid and air volume in casing materials obtained from high or low productive fresh weight of fruit bodies in *A. bisporus*, 1971—1972. ● : High productive plot, x : Low productive plot, an average from each of 10 replicates.

壤溶液(液相) 및 土壤空氣(氣相)의 容積比를 말하며 總孔隙率은 液相과 氣相을 합한 것으로서 土壤 水分含量의 增加에 따라 液相과 氣相이 變함으로써 달라지게 된다. 本試驗 結果 양송이 多收穫 覆土材料의 三相 範圍는 固相 10~30%, 液相 15~30%, 氣相 50~60%範圍이며 이 範圍를 벗어날 때 子實體 收量이 減少되었다(그림 8).

3. 覆土材料의 水分含量

(1) 灌水量과 子實體 收量, 開傘率 및 個體重

表 4에서와 같은 理化學的 性質을 가진 土炭, 堆壤土 및 砂壤土를 覆土材料로 使用하고 1회 灌水量을 0.6, 1.2, 2.4, 4.8 l/3.3m²로 달리하며 覆土 16日後부터 每日 灌水하여 灌水量의 多少에 따른 覆土材料別 水分含量 變化를 每週末 調査한 結果, 週期別로는 뚜렷한 差異가 없었으며 4週期末의 水分含量 變化를 보면 土炭區가 堆壤土 및 砂壤土區보다 水分含量(乾土重量%)이 顯著하게 높았으며 灌水量의 增加에 따른 水分含量 增加幅도 컸다(그림 9). 이와같은 水分含量의 差異는 覆土材料의 保水力의 差異에 基因한 것임을 알수 있다.

양송이 子實體 收量은 覆土材料에 따라 顯著한 差異가 있어 앞서 指摘된 바와 같이 孔隙率과 保水力이 높은 土炭區에서 높은 反面, 假比重이 크고 孔隙率과 保水力이 낮은 堆壤土와 砂壤土區에서 낮았으며 灌水量이 1.2 l/3.3m² 이상일 때 堆壤土 및 砂壤土에서는 子實體 收量이 減少하는 傾向을 보이고 있는데 保水力이 큰 土炭에서는 灌水量의 增加로 인한 子實體 收量の 差異가 없었다(그림 10).

양송이 子實體의 個體重 및 開傘率을 보면 灌水量의 增加에 따라 全體의 子實體의 水分含量(濕土重量%)이 增加하며 따라서 個體重도 增加하는 傾向을 보였으며 開傘率은 灌水量의 增加에 따라 減少되는 傾向이나 土炭區에서 더욱 顯著하게 減少되었다(그림 11).

灌수가 堆肥에 生長된 菌絲에 미치는 影響을 알기爲해 種菌接種 73日後에 堆肥中 菌絲狀態를 調査한 結果, 灌水量의 增加에 따라 砂壤土에서는 菌絲 消滅程度가 크나 土炭과 堆壤土에서는 뚜렷한 被害現象을 볼 수 없었다(表 5).

이러한 現象도 覆土材料의 保水力 差異에 依한 堆肥 水分含量의 變化와 關聯이 있는 것으로 보며 室內豫備實驗에서 堆肥 水分含量(濕土重量%) 60~75%로 하였을 때 水分含量이 75%에서는 菌絲生長이 느릴뿐 아니라 微細한 菌絲의 生長이 不良하여 菌絲 稠密度가 顯

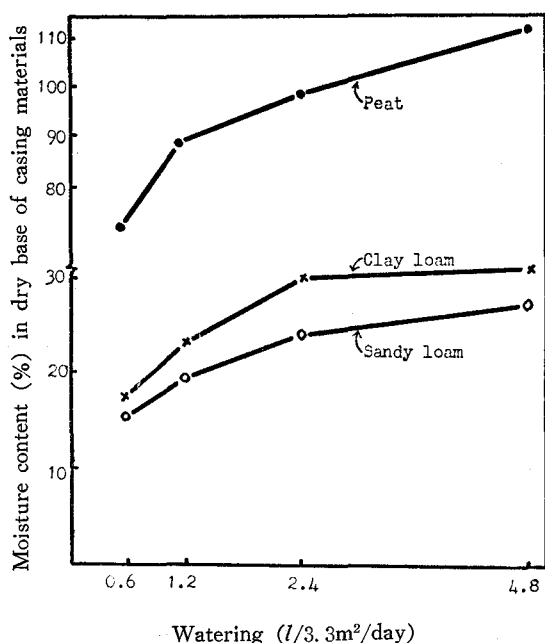


Fig. 9. Effect of watering on moisture content of casing materials at the end of the 4th flush when compost moisture was 70 per cent by weight on wet basis, 1973—1974.

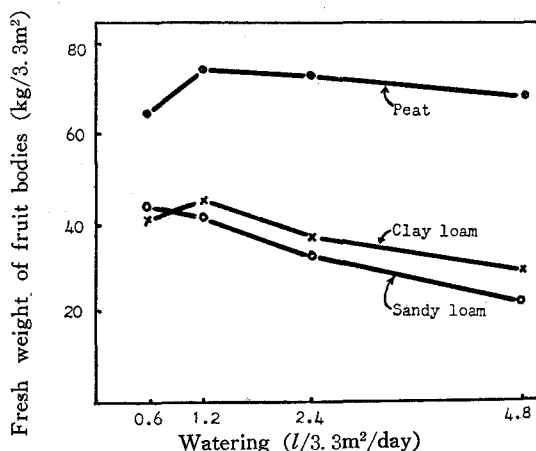


Fig. 10. Effect of watering at different casing materials on fresh weight of fruit bodies of *A. bisporus*, 1973—1974.

著하게 낮은 것을 觀察할 수 있었다.

(2) 覆土材料의 pH와 適正水分含量

以上の 覆土材料別 灌水量과 子實體 收量과의 關係를 pH 및 覆土材料의 水分含量의 側面에서 살펴보면 그림

Table 4. Effect of mixing ratio of clay loam and peat by volume on some physico-chemical characteristics of casing materials, 1973-1974.

Casing material with % level	Per cent			Moisture retention		Bulk density gm/cc	pH 1:5	O.M. %	CEC me/100g	Exchangeable cation me/100g			
	Sand	Silt	Clay	1/3 Atms	15 Atms					Ca	Mg	Na	K
P ₁₀₀	58.2	35.3	6.5	55.5	26.4	0.30	7.3	28.2	35.0	19.50	4.20	1.50	1.75
CL ₅₀ +P ₅₀	58.8	33.4	7.8	31.7	15.2	0.42	7.6	7.1	17.2	18.75	1.68	0.73	0.80
CL ₈₀ +P ₂₀	56.6	28.9	14.5	23.3	11.2	0.56	7.8	4.2	11.1	9.75	0.88	0.25	0.48
CL ₁₀₀	57.2	21.8	21.0	17.9	9.5	0.76	7.8	1.5	8.3	6.88	0.44	0.10	0.29
SL ₁₀₀	54.4	32.9	12.7	13.5	5.8	0.81	7.8	1.1	5.4	6.63	0.23	0.19	0.18

P : Peat, CL : Clay loam,, SL : Sandy loam.

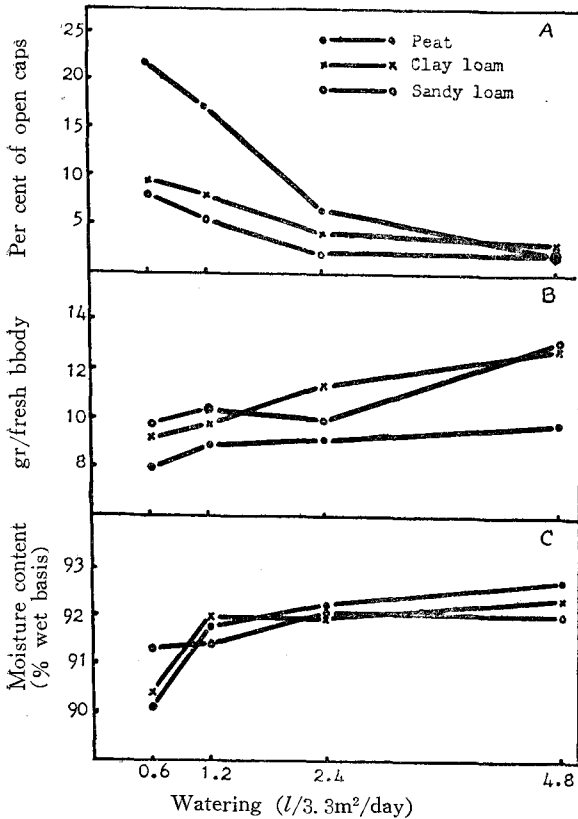


Fig. 11. Effect of watering on A) per cent of open caps B) fresh weight per fruit body and C) moisture content of fresh fruit bodies of *A. bisporus*, 1973-1974.

13에서 보는 바와 같이 본試驗에서 子實體 收量이 높았던 覆土材料의 水分含量(乾土重量 %) 範圍는 砂壤土(SL) 13~17%, 埴壤土(CL) 20%, 埴壤土₈₀+土炭₂₀(CL+P₂₀) 23~27%, 埴壤土₅₀+土炭₅₀(CL+P₅₀) 56

Table 5. Effect of watering on relative survivals^{a)} of mycelia of *A. bisporus* in the compost^{b)} at different casing materials, 1974.

Casing material	Watering (l/3.3m²/day)			
	0.6	1.2	2.4	4.8
Peat	++++	++++	+++	+++
Clay loam	+++	+++	+++	++
Sandy loam	+++	++	+	+

a) Readings were made at the stage of 73 days after spawning. + : Trace, ++ : Scarce, +++ : Moderate, ++++ : Dense.

b) Moisture content of the compost was 70% (wet basis) at the spawning stage.

~61%, 土炭(P)이 83~95%이며, 이같은 水分含量 範圍를 維持하기 爲해서는 1日 灌水量이 各各 砂壤土 0.6l/3.3m², 埴壤土 0.6~1.2l/3.3m², 埴壤土₈₀+土炭₂₀는 1.2l/3.3m², 埴壤土₅₀+土炭₅₀ 1.2~2.4l/3.3m², 土炭은 2.4l/3.3m²로 달리 要求된다. 또한 子實體 收量과 pF와의 關係를 보면 覆土材料의 有機物含量이 4.2%以下일 때는 pF 2.0-2.5에서, 7.1%이상일 때는 pF 1.3-1.8 範圍에서 子實體 收量이 가장 높았다. 즉 有機物含量이 높은 材料는 낮은 것보다 保水力이 크기 때문에 水分含量이 높을 때 收量이 높은 것을 알 수 있다(그림 12). 圃場容收量(pF 2.47)은 砂壤土 13.5%, 埴壤土 17.9%, 埴壤土₈₀+土炭₂₀이 23.3%, 埴壤土₅₀+土炭₅₀이 24.0%, 土炭 42.3%로서 土炭의 添加量 增加에 따라 높아지며 有機物含量이 7.1% 이상인 覆土材料에서는 最適 水分含量과 圃場容水量과의 差異가 有機物含量 4.2% 以下の 材料에서 보다 크게 나타나는 傾向이었다. 萎凋含水量의 pF值를 一般植物에서와 같이

pF 4.2로 할 增遇 各 覆土材料別 萎凋含水量도 砂壤土 5.8%, 埴壤土 9.5%, 埴壤土₈₀+土炭₂₀ 11.2%, 埴壤土₅₀+土炭₅₀ 15.2%, 土炭은 36.4%로서 土炭의 添加量 増加에 따라 높아졌다. 이와같이 覆土材料의 pF 曲線을 求함으로써 材料別 適正 灌水량을 찾을 수 있으나 pF分析의 어려움을 감안하여 保水力을 支配하는 要因인 粘土, 微砂, 모래, 有機物 및 Ca含量을 基礎로 하여 表6에서와 같이 水分含量을 求할 수 있는 多重回歸方程式을 求한 結果, 各各의 pP水準에 따른 覆土材料의 水分含量은 粘土, 微砂, 모래, 有機物 및 Ca含量과 密接한 關係가 있으며 따라서 有機物含量이 4.2%以下인 覆土材料에서는 Y₂와 Y₄의 方程式을 利用하고 有機物含量이 7.1%以上일 때는 Y₁의 方程式을 利用함으로써 覆土材料에 따른 適正 水分含量을 求할 수 있었다.

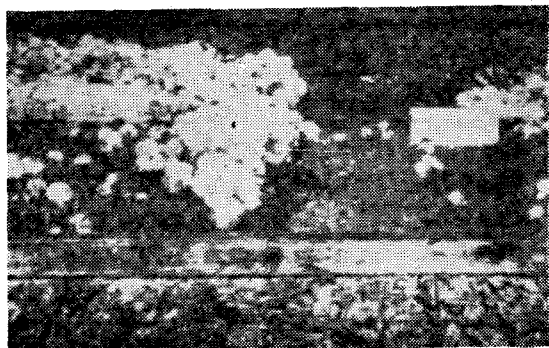


Fig. 12. The comparison of the 2nd flush of *A. bisporus* on peat(left) and sandy loam (right) watered with 4.8 liters/3.3m²/day.

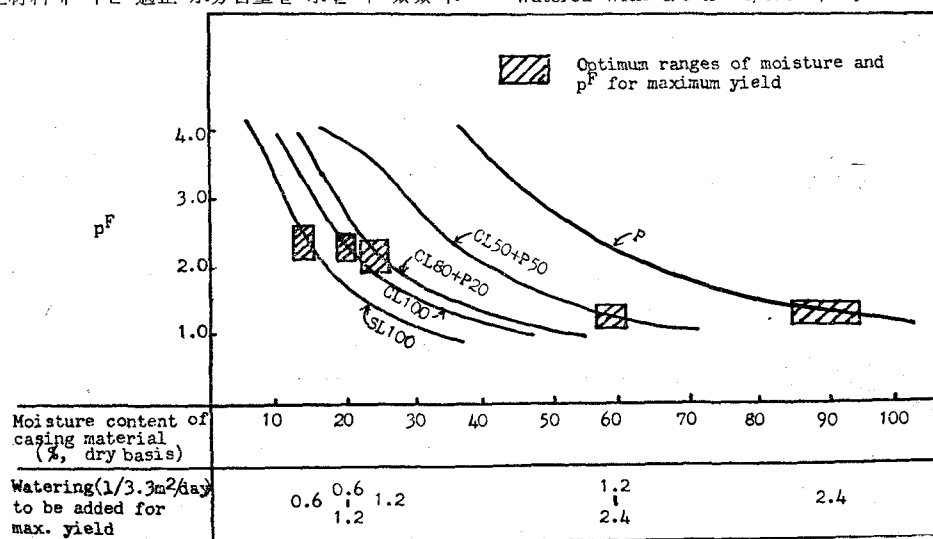


Fig. 13. The pF in relation to maximum yields of *A. bisporus* with moisture content and optimum watering at different casing materials, 1973-1974. P: Peat, CL: Clay loam, SL: Sandy loam.

Table 6. Estimating multiple equations for the combined effects of amount of sand, silt, clay, organic matter, and calcium in the casing materials and optimum moisture content at various pF, 1973-1974.

pF	Multiple regression equations	Mult. cor. coef.
1.65	$Y_1 = 4.99 - 0.45X_1 + 0.92X_2 + 1.63X_3 + 3.41X_4 - 1.62X_5$	0.952**
2.00	$Y_2 = 57.50 - 0.98X_1 + 0.40X_2 + 1.29X_3 + 3.74X_4 - 2.89X_5$	0.966**
2.35	$Y_3 = 45.47 - 0.91X_1 + 0.48X_2 + 1.08X_3 + 2.65X_4 - 1.78X_5$	0.951**
2.47	$Y_4 = 69.37 - 1.11X_1 + 0.14X_2 + 0.64X_3 + 2.29X_4 - 1.21X_5$	0.941**
3.53	$Y_5 = 26.76 - 0.56X_1 + 0.32X_2 + 0.73X_3 + 1.80X_4 - 1.00X_5$	0.944**
3.84	$Y_6 = 22.03 - 0.50X_1 + 0.30X_2 + 0.74X_3 + 1.67X_4 - 0.92X_5$	0.933**
4.00	$Y_7 = 30.98 - 0.61X_1 + 0.21X_2 + 0.69X_3 + 1.87X_4 - 1.20X_5$	0.958**
4.20	$Y_8 = 18.31 - 0.46X_1 + 0.27X_2 + 0.76X_3 + 1.77X_4 - 1.09X_5$	0.950**

Y=Optimum moisture content (% dry weight basis).

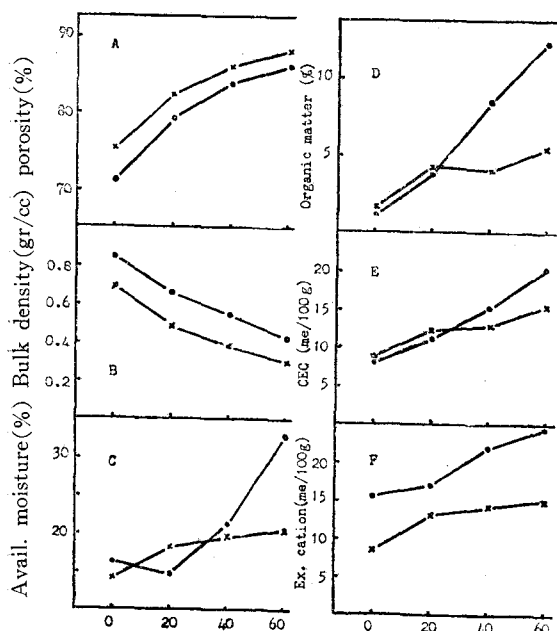
X₁, X₂, X₃, X₄=Amount of sand, silt, clay, organic matter in per cent, respectively.

X₅=Amount of calcium in me/100g of casing materials.

** : Significant at 1% level.

4. 廢床堆肥의 添加效果

前述된 바와 같이 堆壤土에 土炭을 添加할 때 覆土材料의 理化學的 性質이 改善되며 堆壤土 單用區에서 보다 增收되는 結果를 얻어 이에 代替될 수 있는 材料를 찾기 위해 豫備實驗에서 堆壤土에 양송이 廢床堆肥를 25~50



% volume of spent compost or peat added to clay loam

Fig. 14. Effect of mixing ratio of spent compost (X) or peat (●) with clay loam by volume on A) porosity, B) bulk density, C) available moisture, D) organic matter, E) cation exchangeable capacity, and F) exchangeable cation of the casing mixtures, 1973-1974.

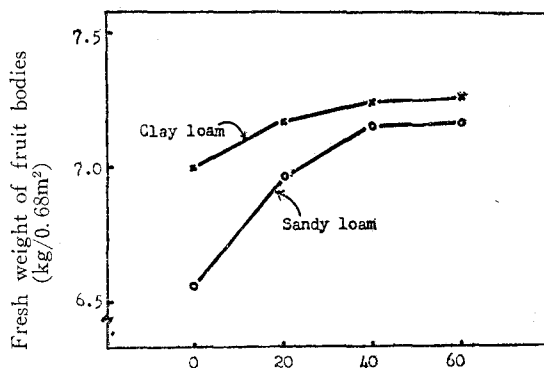
Table 7. Comparisons of some physico-chemical characteristics of spent compost mixed with clay loam or sandy loam by volumes, 1974.

Casing material with % volume	Per cent			Per cent		Bulk density gm/cc	pH 1:5	CEC me/100g	Exchangeable cation me/100g			
	Sand	Silt	Clay	Avail. moisture	O.M.				Ca	Mg	Na	K
CL ₁₀₀	57.2	21.8	21.0	14.0	1.45	0.67	7.8	8.30	6.88	0.44	0.10	0.29
CL ₈₀ +SP ₂₀	46.8	32.2	21.0	18.3	4.07	0.42	7.7	11.80	9.94	1.56	0.19	0.88
CL ₆₀ +SP ₄₀	48.0	31.4	20.6	18.5	4.72	0.38	7.4	12.95	10.25	1.76	0.17	0.69
CL ₄₀ +SP ₆₀	48.0	32.7	19.3	18.8	5.26	0.31	7.2	14.90	11.56	2.06	0.18	1.00
SL ₁₀₀	54.4	32.9	12.7	14.1	1.09	0.73	7.8	5.35	6.63	0.27	0.19	0.18
SL ₈₀ +SP ₂₀	58.0	28.0	12.0	14.9	2.00	0.54	7.2	4.80	11.53	1.15	0.34	0.82
SL ₆₀ +SP ₄₀	55.0	25.0	15.0	17.0	3.60	0.47	7.4	9.00	18.95	2.80	0.38	2.40
SL ₄₀ +SP ₆₀	55.9	39.4	13.7	19.5	5.70	0.40	7.4	11.60	22.80	3.90	0.45	4.00

CL : Clay loam, SL: Sandy loam, SP: Spent compost.

% 添加하였을 때 양송이 菌絲生長이 促進되고 子實體 收量도 15~25% 增收되는 結果를 얻은 바 있어 廢床堆肥를 12個月間 野積, 腐熟시킨 後 堆壤土 및 砂壤土에 體積比로 20, 40, 60%로 各各 添加하여 理化學的 性質을 分析해본 結果, 表 7에서와같이 廢床堆肥의 添加量이 增加함에 따라 假比重이 낮아지고 有效水分, 陽 ion 置換容量, 置換性鹽基 및 有機物含量이 增加되었다.

그러나 土炭 添加效果와 比較해 보면 物理的 性質은 有效水分을 除外하고는 土炭區와 큰 差異가 없었고 化學的 性質은 土炭 添加時보다 떨어지며 특히 有機物含量은 廢床堆肥의 添加量 增加에 따른 뚜렷한 增加傾向이 없었다(그림 14). 양송이 子實體 收量은 廢床堆肥 添加量이 增加됨에 따라 覆土材料 間의 差異가 좁혀졌으며 全體的으로 增加되는 傾向이나 土炭 添加時와 같은 뚜렷한 增收效果는 없었다(그림 15). 開傘率은 土



Mixing ratio of spent compost by volume

Fig. 15. Effect of mixing ratio of spent compost with clay loam on fresh weight of fruit bodies of *A. bisporus*, 1974.

炭添加에서와 같이 廢床堆肥添加량이 增加됨으로써 增加되는 傾向을 볼 수 있었다.

IV. 考 察

양송이 覆土材料는 團粒構造를 形成함으로써 孔隙率 이 增加되고 保水力이 커서 物理的 性質이 向上되고 有機物 및 粘土含量은 團粒形成에 關與하며 保水力은 覆土材料의 여러 理化學的 性質에 依해 支配되고 있다.

따라서 양송이 菌絲生長 및 子實體 發生에 미치는 覆土材料의 理化學的 性質은 諸要因의 複合的인 作用 및 要因間의 相互關係를 究明하는 方向으로 다루어 져야 할 것이며 이와같은 理化學的 性質을 基礎로 하여 覆土材料의 水分含量을 適正範圍에서 維持할 수 있는 灌水 속이 決定되어야 할 것이다.

이러한 點에 立脚하여 양송이 白色系統 501號를 供試하여 얻어진 本試驗의 結果를 考察하면 다음과 같다.

覆土材料의 pH 및 Ca의 影響—覆土材料의 pH는 化學的 要因中 양송이 子實體 收量에 影響을 주는 重要한 因子로 생각되어 지고 있으며 (Pizer, 1950; Reeve, et al., 1959; Richer, 1958; De Kleermaeker, 1953),

本試驗에서 菌絲生長을 爲한 覆土材料의 最適 pH는 7.0內外의 弱酸性 및 中性이었고 pH 7~8範圍에서 子實體 收量이 높았으며 pH 6.0이하의 酸性에서는 收量이 크게 減少하였으나 最適 pH 範圍가 pH 8~9 (De Kleermaeker, 1953; Bels-koning, 1950; Atkins, 1966) 이며 pH 5.5~8.0 範圍內에서는 pH가 子實體 收量の 制限要因으로 作用하지 않는 (Lambert and Humfeld, 1939; Allison and Kneebone, 1962)라는 報告와는 差異가 있으며 이와같은 結果의 差異는 Bels-koning (1950)에 依해 指摘된 바와같이 供試된 覆土材料의 理化學的 性質 및 pH 調節材料가 相異 하였다는 觀點에서 解析 될 수 있을 것으로 본다.

한편 칼슘源을 달리하여 pH가 固定된 覆土材料에 添加하여 無添加區와 菌絲生長을 比較하였을때 水酸化 칼슘은 pH 5~8 範圍內에서, 黃酸칼슘은 pH 7.0 內外에서 칼슘의 添加效果가 顯著하게 나타났는데 이와 같은 칼슘의 添加效果는 Edward and Flegg (1951), Eger (1963)에 依해서도 認定된 바 있으며 이 效果는 칼슘源의 種點 및 覆土材料의 pH에 따라 달리 나타나는 것으로 보아 칼슘의 吸收利用은 基質의 pH와 密接한 關係가 있는 것 (Kwack, 1965)으로 본다.

이와 같이 칼슘에 依해 生長이 促進되는 것을 過剩吸收利用하면 양송이 菌絲生長을 抑制하는 K, Mg, P 등에 對한 칼슘의 拮抗作用效果 (Treschow, 1944) 및 細

胞內에서의 有害物質과의 拮抗作用 및 物質吸收의 完全化 (Cochrane, 1958; Kwack 1965; Kwack and Kim, 1967; Van Goor, 1968)에 依한 것으로 생각된다.

覆土材料의 組成比率에 따른 菌絲生長 및 子實體 收量—양송이 栽培에 適合한 覆土材料는 團粒構造 이어야하며 團粒을 形成함으로써 孔隙率이 增加되어 土壤通氣가 圓滑해지고 保水力이 커지는 등의 物理的 性質이 改善되고 有機物 및 粘土含量이 團粒形成에 크게 影響을 미치며 (Bels-koning, 1950; Reeve et al., 1959; De Kleermaeker, 1953; Wuest and Schister, 1970) 本試驗에서 堆壤土에 土炭을 添加함으로써 子實體收量이 增加되는 것은 堆壤土中の 粘土와 土炭中 有機物의 材料에 對한 理化學的 性質改善效果에 依해 假比重이 낮아져서 孔隙量이 많아지고 保水力이 커질뿐 아니라 有效水分範圍가 넓어져서 陽ion置換容量이 커짐으로써 菌絲生長 및 子實體 發生에 適合한 條件이 주어진다. 基因된 것이라 할 수 있으며 反面에 모래의 含量이 增加하면 假比重이 높아져 孔隙量이 적어짐은 물론 保水力과 陽ion置換容量이 적어짐으로써 子實體 發生이 不良해지는 것으로 생각할 수 있다. 覆土材料의 土炭 및 모래含量에 따른 子實體의 個體重 및 形態上의 差異는 Bels-koning (1950), Rao and Block (1962) 등에 依해서도 觀察된 바와같이 土炭이 添加되면 子實體의 대가 길고 가늘며 갓이 적고 開傘이 빠르며 모래含量이 많으면 個體重이 무거워지는 傾向이 있음을 알 수 있었다.

한편 土炭 添加量 增加에 따른 置換性鹽基中 Mg, K 含量의 增加는 도리어 양송이 菌絲生長을 阻害할 수 있는 要因으로도 생각할 수 있으나 土炭이 pH 4.0 程度の 强酸性으로서 覆土材料의 pH 調節時 添加된 多量의 水酸化칼슘으로 因한 Ca含量의 增加를 考慮할 때 Ca의 拮抗作用效果 (Treschow, 1944)에 依해서 Mg, K의 過量 吸收利用에 依한 生長阻害 現象을 避할 수 있었던 것으로 생각된다.

本試驗 結果에서 얻어진 覆土材料의 理化學的 性質과 子實體 收量 및 關傘率과의 多重回歸方程式으로 부터 使用할 覆土材料의 몇가지 理化學的 性質이 分析되면 覆土前에 양송이 生産力을 推定할 수 있기 때문에 覆土材料의 選擇을 爲한 尺度로서 利用될 수 있다고 判斷된다.

覆土材料의 三相과 양송이 子實體 收量과의 關係를 보면 固相 10~30%, 液相 15~30%, 氣相 50~60% 範圍로서 孔隙率이 65~90%의 높은 水準에서 收量이 높았던 것으로 보아 高等植物의 境遇 (池田實等, 1958)와 같이 液相과 氣相이 各各 25%일때 양송이 生育에 適合하다는 推定 (Richer, 1958)은 總孔隙率이 液相과 氣

相을 습한 것이며 保水力의 增加와 密接한 關係가 있고 孔隙率의 子實體 收量を 支配하는 가장 큰 原因이 된다는 觀點에서 再考되어야 할 餘地가 있을 것으로 생각된다. 따라서 三相調査도 覆土材料의 選定을 爲한 하나의 指標가 되리라 믿는다.

覆土材料의 水分含量—灌水는 覆土 7日後 溫度 下降時에 1回한 後 約 10日間은 室內濕度를 R.H. 80~90%로 維持하며 菌床에 直接的인 水分供給이 없는 狀態에서 菌床을 管理하게 되며 양송이 子實體의 原基가 最初로 形成되기 始作하면서 最初 灌水時보다 많은 灌水量으로 每日 1回 灌水量을 收穫期間中 繼續하게 된다.

양송이 子實體 形成에 必要한 水分은 全的으로 堆肥 水分에 依存함으로 灌水量을 한다는 것은 양송이에의 水分供給을 爲한 것이 아니라 子實體 形成 및 生育에 適한 微氣象의인 條件을 維持하기 爲하여 蒸發에 依한 消失되는 水分量을 補充하기 爲한 手段으로 본다는 見解(Gerrits, 1968)도 있으나 本試驗에서 뿐만아니라 Reeve et al. (1959), Kindt (1968)에 依해서도 밝혀진 바와 같이 灌水量의 多少에 따라 子實體 收量뿐 아니라 子實體의 水分含量 및 個體重에도 差異가 있는 것으로 보아 覆土材料의 水分減小은 水分蒸發뿐 아니라 양송이 菌絲 및 子實體形成 發育過程에서의 吸收利用에 依한 것으로 보아야 할 것이다.

양송이 子實體 發生에 알맞는 覆土材料의 水分含量은 覆土材料의 種類에 따라 다르기 때문에 材料의 保水力에 따라 灌水量이 調節되어야 하고 保水力이 큰 覆土材料를 使用하여 灌水量을 增加시켜 줌으로써 子實體 收량을 높일 수 있다는 結論을 얻었으며, 既往의 報告들(Edward and Flegg, 1951, 1953; Edward, 1954; Lambert and Humfeld, 1939; Flegg, 1950; Pizer, 1950; Reeve et al., 1959; Kindt 1968)과 一致하는 點이 많았다.

覆土材料의 水分含量과 子實體의 個體重間에는 密接한 關係가 있어 覆土材料別로 差異는 있으나 灌水量의 增加에 따라 子實體의 水分含量이 增加하며 個體량도 무거워지는 것은 Reeve et al. (1959), Kindt (1968)의 試驗에서도 볼 수 있는 傾向으로서 이는 覆土材料의 水分含量 增加에 따른 子實體 水分吸收量 增加에 基因한 것으로 생각된다. 한편 土炭 添加區에서 子實體의 開傘이 빠른것은本試驗에서 뿐만아니라Bels-Koning(1952)에 依해서도 觀察된 바 있으나 開傘率은 灌水量이 增加함에 따라 減少되는 傾向이며 特히 土炭區에서 더욱 顯著하게 減少되어 灌水量이 2.4/3.3m²以上에서는 堆壤土 및 砂壤土에서와 差異가 없는 것으로 보아 保水力이 큰 土炭區에서 灌水量을 增加시켜 覆土材料의 水

分含量을 適正水準으로 維持하면 開傘率을 減少시킬 수 있다는 것을 알 수 있다. 따라서 土炭뿐아니라 其他 有機物含量이 높은 材料를 添加할 報遇 保水力을 考慮하여 覆土材料가 適正 水分含量을 量維持할 수 있도록 灌水量을 調節하여야 할 것이다.

灌水量이 增加함에 따라 砂壤土에서는 堆肥中에 生長된 菌絲 被害程度가 크나 土炭과 堆壤土에서는 뚜렷한 被害現象을 觀察할 수 없었는데 이러한 現象은 保水力 및 團粒構造가 不良한 覆土材料에서 覆土層 直下部의 堆肥가 浸水됨으로써 菌絲가 거의 殊滅되어 약간의 菌絲束만이 殘存하는 現象을 볼 수 있었다는 Bels-Koning (1950)의 報告에서와 같이 覆土材料의 保水力의 差異에 따라 覆土層이 含有하는 水分이 堆肥層으로 移動하는 程度가 달라 保水力이 낮은 砂壤土에서 灌水된 물이 堆肥層으로 過量 移動됨으로써 惹起된다고 생각 된다.

以上에서 考察된 바 있는 灌水量에 따른 覆土材料의 水分含量과 子實體 收量과의 關係를 pF 曲線을 通하여 살펴보면 覆土材料의 有機物含量이 4.2% 以下에서는 pF 2.0~2.5에서, 7.1% 以上에서는 pF 1.3~1.8範圍에서 子實體 收량이 가장 높았으며 이때의 覆土材料의 適正 水分含量을 알 수 있었는데 圃場容水量(pF 2.47)은 材料의 有機物含量이 많을수록 높아져 有機物含量이 7.1% 以上에서는 適正 水分含量과 圃場容水量과의 差異가 有機物含量이 4.2% 以下인 材料에서 보다 크게 나타나는 傾向이 있음에 反해 Edward and Flegg(1951)는 堆壤土(有機物含量: 1.0%)는水分當量(pF 2.7)보다 높은 pF 3.9~3.2, 모래에 灰分(ash) 및 土炭을 添加한 材料(有機物含量: 3.7%)에서는 pF 3.4~2.5에서 子實體 含量이 높았고 材料別로는 後者에서 收량이 더 높았다고 하여 本試驗에서의 材料別 pF值보다 全體的으로 높은 傾向임을 알 수 있다.

그러나 이들의 試驗結果는 양송이의 萎凋含水量을 pF 4.2로 볼때 再檢討의 餘地가 있다고 본다. Reeve et al.(1959)에 依하던 堆壤土를 覆土材料로 使用하였을 때 圃場容水量에 가깝게 覆土材料의 水分含量을 維持하면 收량이 높으나 圃場容水量의 50% 以下로 떨어지면 收량이 크게 減少한다고 하였는데 이는 本試驗에서 보는 바와 같이 有機物含量이 낮은 材料에서는 圃場容水量과 適正 水分含量 間의 差異가 적음을 뒷받침하는 것이라고 생각된다.

이와같이 覆土材料의 pF 曲線을 求함으로써 材料의 適正 水分含量을 찾아 이에 맞게끔 灌含量을 調節할 수 있으나 材料의 分析을 爲해서는 많은 分析施設과 長時間의 努力이 所要되기 때문에 實用的인 側面에서

볼 때 難點이 많다. 따라서 이點에 着眼하여 保水力을 支配하는 要因인 粘土, 微砂, 모래, 有機物 및 Ca含量 (De Leenheer and Van Ruymbeke, 1962)을 基礎로 表 6에서 볼 수 있는 바와같이 pF曲線을 誘導할 수 있는 多重回歸方程式을 만들 수 있었다.

이 方程式에서 各各의 pF水準에 따른 覆土材料의 水分含量은 粘土, 微砂, 모래 및 有機物, Ca含量과 相關關係가 높음을 알 수 있었고 覆土材料의 有機物含量에 따라 pF水準을 決定하고 이에 該當하는 多重回歸方程式을 利用함으로써 覆土材料에 따른 適正 水分含量을 求할 수 있다.

그럼으로 覆土材料의 몇가지 理化學的 分析으로서 適正 灌水量을 決定할 수 있기 때문에 灌水에 따른 諸般問題點을 解決할 수 있을 것으로 보며 따라서 이의 活用性이 클 것으로 期待된다.

廢床堆肥의 添加效果—土壤에 有機物含量이 높고 保水力이 큰 材料를 添加하는 것은 覆土材料의 理化學的 性質을 改善하여 增收할 수 있는 要因으로 作用하며 이러한 添加材料로서 土炭의 適合性이 認定되었으나 우리나라에서는 土炭의 求得이 困難할 뿐 아니라 다른 代替材料를 찾기 어려운 實情이다.

더욱이 우리나라 畚土壤의 有機物含量이 2~3%로서 大端히 낮은 것(申等, 1973)으로 보아 全體적으로 土壤의 有機物含量이 낮은 것으로 생각되며 이러한 有機物含量이 적은 土壤을 覆土材料로 使用할때 앞서 考察된 바와 같이 收量의 減少等の 問題點이 惹起될 수 있을 것으로 보여진다.

따라서 覆土材料의 理化學的 性質을 크게 向上시킬 수 있는 添加材料 開發이 要請되어 양송이 廢床堆肥를 活用하는 方向으로 實驗해 본 結果, 砂壤土 혹은 壇壤土에 12個月間 野積하여 腐熟시킨 廢床堆肥를 添加하였을 때 土炭 添加效果보다는 떨어지나 材料의 理化學的 性質이 크게 改善되어 土炭 添加時와 比等한 增收效果를 豫見할 수 있었다. 그러나 栽培試驗에서 砂壤土와 壇壤土에 各各 廢床堆肥를 添加하면 添加量이 增加됨으로써 覆土材料間의 收量差를 줄일 수 있었고 收量이 增加되는 傾向이나 全體적으로 土炭 添加에서 볼 수 있는 뚜렷한 增收效果는 없었는데 廢床堆肥를 覆土材料에 混用한 一部 栽培農家에서 廢床堆肥의 添加效果가 있었다는 事例와 廢床堆肥를 野積하여 2~3年間 腐熟處理하여 覆土材料에 混用하면 土炭 添加와 같은 效果를 얻을 수 있을 것이라는 見解(Wuest, 1974; Yeatman, 1974)로 보아 이點에 對해서는 앞으로 더욱 檢討되어야 할 것으로 생각된다.

以上の 考察에서 覆土材料의 理化學的 性質 및 水分

含量은 양송이 子實體 收量뿐 아니라 子實體 個體重 및 開傘率에 미치는 影響도 크며 土炭과 같이 有機物含量이 높고 保水力이 큰 材料를 壇壤土에 添加하여 覆土材料로 使用하고 灌水量을 材料別 適正 水分含量에 맞추어 調節함으로써 양송이 子實體 收량을 높일 수 있음을 알 수 있었다.

한편 覆土材料의 理化學的 性質과 子實體 收量 및 開傘率과의 多重相關關係 및 多收穫을 爲한 覆土材料의 三相範圍 設定은 양송이 子實體 收量 및 開傘率을 早期에 推定할 수 있어 優良 覆土材料 選擇의 指標가 될 수 있었고 保水力을 支配하는 站土, 微砂, 모래, 有機物 및 Ca含量 등의 要因을 基礎로 하여 誘導된 多重回歸方程式으로부터 pF曲線을 求하고 覆土材料에 따른 適正 水分含量을 찾을 수 있었던 것에 본試驗의 意義를 찾을 수 있을 것으로 생각되며 양송이 廢床堆肥의 再利用 問題는 보다 廣範하게 檢討되어야 할 것으로 본다.

V. 摘 要

覆土材料의 理化學的 性質과 양송이 菌絲生長 및 子實體 發生과의 關係를 調査하고 覆土材料別 適正 水分含量 範圍를 찾아 이를 維持하기 爲한 灌水量을 決定하며 土炭의 代替材料로서의 廢床堆肥의 利用 可能性을 알기 爲해 一連의 試驗을 遂行한 바 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 覆土材料의 pH 7~8範圍에서 양송이 子實體 收량이 높았고 pH 6.0以下에서는 收량이 減少되었으며 칼슘 添加에 따른 菌絲生長에 있어서 水酸化칼슘은 pH 5~8範圍에서, 黃酸칼슘은 pH 7.0內外에서 칼슘의 添加效果가 顯著하게 나타났다.

2. 壇壤土에 土炭의 添加量이 增加됨에 따라 覆土材料의 理化學的 性質 中 有効水分, 孔隙率, 有機物, 陽ion置換容量 및 置換性鹽基의 含量이 增加하나 모래 添加時에는 이들의 含量이 減少되었다.

3. 壇壤土에 土炭 및 모래의 添加량을 달리하였을 때 菌絲生長은 土炭 添加區에서 모래 添加區보다 顯著하게 빨랐으며 土炭 添加량의 增加에 따른 差異는 없었다. 또한 假比重 및 水分含量을 달리한 壇壤土에서 假比重이 낮은 0.75g/cc에서, 同一 假比重에서도 水分含量 20%에서 菌絲生長이 빨랐다.

4. 覆土材料別 子實體 發生 및 開傘率에 있어서 子實體 收량은 壇壤土₂₀+土炭₈₀區에서 가장 높았으며 다음은 壇壤土₄₀+土炭₆₀>土炭₁₀₀>壇壤土₆₀+土炭₄₀>壇壤土₈₀+土炭₂₀區의 順이고 모래₁₀₀區에서 가장 낮았으며 開傘率은 土炭₁₀₀區가 34.5%로서 가장 높았고 다음이 壇壤

土₄₀+土炭₆₀>堆壤土₂₀>土炭₈₀順이고 모래₁₀₀區에서 가장 낮았다.

5. 土炭添加區에서 子實體 形成期間이 他 覆土材料에서 보다 1~3일이 短縮되었으며 週期形成도 모래添加區에서 보다 뚜렷하였다.

6. 覆土材料의 理化學的 性質과 子實體 收量 및 開傘率과의 多重相關關係는 子實體 收量 $Y = -923.86 + 8.18X_1 + 8.04X_2 + 7.90X_3 + 0.12X_4 + 2.30X_5 - 0.82X_6 - 0.54X_7$, 開傘率 $Y = -1988.67 + 19.03X_1 + 18.86X_2 + 18.86X_3 + 0.75X_4 + 1.50X_5 - 1.90X_6 + 0.37X_7$ (表3)로서 이 回歸方程式으로 부터 子實體 收량과 開傘率을 早期에 推定할 수 있었다.

7. 覆土材料의 理化學的 要因中 子實體 收량을 가장 크게 支配하는 要因은 孔隙率이었고 다음으로 置換性鹽基, 微砂, 有機物, 有效水分, 粘土의 順位로 正(+)의 相關關係가 있었고 모래는 子實體 收량을 減少시키나 開傘率을 減少시키는 唯一한 要因이었다.

8. 양송이 多收穫覆土材料의 三相 範圍는 固相 10~30%, 液相 15~30%, 氣相 50~60% 範圍이며 이 範圍를 벗어난 때 子實體 收량은 減少되었다.

9. 灌水量的 多少에 따른 覆土材料의 水分含量 變化에서 土炭區가 堆壤土 및 砂壤土區보다 水分含量(乾土重量%)이 顯著하게 높았고 灌水量的 增加에 따른 水分含量 增加幅도 컸으며 子實體 收량이 높았던 覆土材料의 水分含量 範圍는 砂壤土 13~17%, 堆壤土 20%, 堆壤土₈₀+土炭₂₀에서 23~27%, 堆壤土+土炭₅₀은 56~61% 및 土炭은 83~95%로써 이같은 水分含量 範圍를 維持하기 爲해서는 1日 灌水량이 各各 0.6, 0.6~1.2, 1.2, 1.2~2.4 및 2.4/3.3m²로 그 要求量이 相異하였다.

10. 灌水량에 따른 양송이 子實體 收량은 土炭區에서 높은 反面, 堆壤土 및 砂壤土區에서 낮았으며 灌水량이 1.2l/3.3m²以上일 때 堆壤土 및 砂壤土에서는 子實體 收량이 減少하는 傾向을 보이나 土炭區에서는 灌水量的 增加로 인한 子實體 收량의 差異가 없었으며 灌水量的 增加에 따라 全體적으로 子實體의 水分含量이 增加하며 個體重量도 增加하는 傾向을 보였고 開傘率은 灌水量的 增加에 따라 減少되나 그 傾向은 土炭區에서 더욱 顯著하게 나타났다.

11. 子實體 收량과 覆土材料의 pF와의 關係에서 材料의 有機物含量이 4.2% 以下일 때는 pF 2.0~2.5에서, 7.1% 以上에서는 pF 1.3~1.8範圍에서 各各 子實體 收량이 높았다.

12. 保水力을 支配하는 粘土, 微砂, 모래, 有機物 및 Ca含量 등의 要因을 基礎로 하여 pF微線을 求할 수 있

는 多重回歸方程式을 탄들어 이로부터 覆土材料에 따른 適正 水分含量을 決定할 수 있는 方法을 提示하였다.

13. 堆壤土 및 砂壤土에 12個月間 野積하여 腐熟시킨 양송이 廢床堆肥를 添加함으로써 覆土材料의 理化學的 性質은 改善되나 土炭의 添加效果 보다는 떨어졌으며 양송이 子實體 收량은 廢床堆肥 添加量이 增加됨으로써 材料間의 差異가 좁혀지며 收량이 增加하는 傾向이나 土炭에서와 같은 뚜렷한 增收效果는 없었다.

References

- Allison, W.H., and L.R. Kneebone(1962) : Influence of compost pH and casing soil pH on mushroom production. *Mushroom Science* 5 : 81-90.
- Atkins, F.C. (1966) : *Mushroom growing today*. Faber and Faber Limited, London. p. 83-91.
- Atkins, F.C. (1968) : Carbon dioxide. *M.G.A. Bull.* 219 : 146.
- Bels-knoring, H.C. (1950) : Experiments with casing soils, water supply and climate. *Mushroom Science* 1 : 78-84.
- Black, C.A., D.D. Evans, J.L. Whites, L.E. Ensminger, and F.E. Clark (1965) : *Method of soil analysis*(part I). 770pp.
- Chapius, G., and P. Courtieu (1962) : Le Gobetage dans les Cultures de Champignons de Couche. *Mushroom Science* 1 : 85-86.
- Chee, K.H., and F.J. Newhook (1965) : Nutritional studies with *Phytophthora cinnamomi* Rands. *New Zealand J. Agr. Research* 8 : 523-529.
- Cochrane, V.W. (1958) : *Physiology of fungi*. John Wiley and Sons, New York. p. 524.
- Colman, E.A. (1947) : Laboratory procedare for determining the field capacity of soils. *Soil Sci.* 63 : 277.
- De Kleermaeker (1953) : Some experiments with various casing soils. *Mushroom Science* 2 : 139-142.
- De Leenheer, L., and M. Van Ruymbeke(1962) : Is it possible to predict some physial soil characteristics, knowing the soil components? *7th Inter. Congress of Soil Sci.* 272-278.
- Edwards, R.L. (1951) : Cropping experiments. *Mushroom Res. Sta. Reprtr.* 8-16.
- Edwards, R.L. (1953) : Cropping experiments *Mushroom Res. Sta. Reprtr.* 21-30.

- Edwards, R.L. (1954) : Cropping experiments. *Mushroom Res. Sta. Repr.* 18—23
- Edwards, R.L. (1971) : Fruiting. *M.G.A. Bull.* 264 : 529.
- Edwards, R.L., and P.B. Flegg. (1951) : Soil moisture requirements in mushroom cultivation. *Mushroom Res. Sta. Repr.* 31—43.
- Edwards, R.L., and P.B. Flegg. (1953) : Experiments with artificial mixtures for casing mushroom beds. *Mushroom Science* 2 : 143—149.
- Eger, G. (1962) : Untersuchungen zur Fruchtkörperbildung des Kulturchampignons. *Mushroom Science* 5 : 314—320.
- Edwin, D.C. (1968) : The effect of calcium on mycelial growth on *Phytophthora megasperma* and *P. cinnamomi*. *Mycologia*. 60 : 1112—1116.
- Flegg, P.B. (1950) : Casing soil. *Mushroom Res. Sta. Repr.* 26—30.
- Flegg, P.B. (1953) : Pore space and related properties of casing materials. *Mushroom Science* 2 : 149—161.
- Flegg, P.B. (1954) : Chemistry department. *Mushroom Res. Sta. Repr.* 7—17.
- Flegg, P.B. 1961. Casing layer additives. *South Port. England* p. 28—33.
- Flegg, P.B. (1962) : Automatic capillary watering of mushrooms. *Mushroom Science* 5 : 384—339.
- Flegg, P.B. (1965) : Watering the mushroom casing layer by capillary. *J. Hort. Sci.* 40 : 150—155.
- Flegg, P.B., and P.E. Randle. (1968) : Re-use of mushroom bed compost. *M.G.A. Bull.* 223 : 363—378.
- 藤沼智忠 (1964) : マツシユルームの栽培と加工. p. 143—154.
- Gandy, D. (1970) : Watering of growing mushroom. *M.G.A. Bull.* 259 : 277—279.
- Ganny, M.G. (1974) : Symposium on peat and on casing problems. *Mushroom Jour.* 21 : 354—355.
- Gerrits, J.P.G. (1968) : Organic compost constituents and water utilized by the cultivated mushroom during spawn run and cropping. *Mushroom Science* 7 : 111—126.
- 池田實, 原田龍, 田村香居, (1958) : 土壌の三相に関する研究. 日土肥誌 29 : 84—86.
- Hayes, W.A. (1974) : Symposium on peat and on casing problems. *Mushroom Jour.* 21 : 353—355.
- 何銘樞. (1969). 覆土材料改進黨驗. 臺灣區洋菇試驗研究報告. p. 79—91.
- Jamison, V.C., and E.M. Kroth. (1958) : Available moisture capacity is relation to textural composition and organic matter content of several Missouri soils. *Soil Sci. Soc. Ame. Proc.* 22 : 189—202.
- Kindt, V. (1968) : Relationship between watering and yield formation in newly approved mushroom varieties in the German Democratic Republic. *Arch. Gartenb.* 16 : 477—489.
- Kwack, B.H. (1965) : The effect of calcium on pollen germination. *Proc. Amer. Sci. Hort. Sci.* 86 : 818—823.
- Kwack, B.H., and I.H. Kim. (1967) : Effects of calcium ion and the protective action on survival and growth inhibition of pollen. *Physiol. Plant.* 20 : 73—82.
- Lambert, E.B., and T.T. Ayers. (1952) : An improved system of mushroom culture for better control of disease. *M.G.A. Bull.* 33 : 267—276.
- Lambert, E.B., and T.T. Ayers. (1956) : Magnesium in mushroom casing soil. *M.G.A. Bull.* 73 : 16—17.
- Lambert, E.B., and H. Humfeld. (1939) : Mushroom casing soil in relation to yield *USDA Circ.* 506 : 1—11. Edited in *Mushroom Science* 5 : 81.
- Lemke, G. (1963) : Mushroom growing on sterilized, used compost with a starter fertilizer. *Dtsch. Gartenb. Wirt.* 11 : 93; *Hort. Abst.* 33(4) : 732
- Lund, Z.F. (1959) : Available moisture storage capacity in relation to textural composition and organic matter content of several Missouri soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 22 : 189—192.
- 農業技術研究所 (1973) : 土壌調査便覧 第2巻(土壌分析編)
- 松木五樓 (1964) : 土壌と栽培の知識. p. 51—52, 148—149.
- O'Donoghue, D.C. (1962) : New light on fruit body initiation. *Mushroom Science* 5 : 247—249.
- 朴鍾汝, 朴容煥, 1967. 覆土材料에 관한試驗. 植環試驗研究報告 p. 42—58.
- Peterson, G.W., L.L. Cunningham, and R.P. Matelski. (1968) : Moisture Characteristics of Pennyl-

- vania soil (I). Moisture retention as related to texture, *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **32** : 271—275.
- Pizer, N.H. (1950) : Some experiments with mushroom casing soils. *Mushroom Science* **1** : 74—78.
- Pizer, N.H., and W.E. Leaver. (1947) : Experiments with soils used for casing beds of the cultivated mushroom. *Ann. appl. Biol.* **34** : 34—44.
- Rao, S.N., and S.S. Block. (1962) : The effect of casing soil on the shape of mushroom. *Mushroom Science* **5** : 321—326.
- Rasmussen, C.R. (1956) : Some experiments in Denmark. *M.G.A. Bull.* **73** : 26.
- Rasmussen, C.R. (1964) : From casing time until the first mushroom appear. *M.G.A. Bull.* **170** : 58—71.
- Rasmussen, C.R. (1970) : Early casing of mushroom compost. *M.G.A. Bull.* **248** : 353—369.
- Reeve, E., R.W. Backes, and J.M. Schramer. (1959) : Casing soil moisture studies. *Mushroom Science* **4** : 198—204.
- Reeve, E., R.W. Backes, W.S. Murphy, J.M. Schramer, and H.A. Vollbrecht. (1959) : Mushroom casingsoil-cropping experiments. *Mushroom Science* **4** : 251—259.
- Richards, L.A., and L.R. Weaver. (1944) : Moisture retention by some irrigated soils as related to soil moisture tension. *J. Agr. Research* **69** : 215.
- Richer, A.C. (1958) : Physical structure of soil important. *Mushroom News* **4**(4) : 11
- Richer, A.C. (1958) : Properties of casing soils. *Mushroom News* **4**(7) : 9—11.
- Ross, R.C. (1968) : Mushroom experiments in Northern Ireland. *M.G.A. Bull.* **220** : 201—219.
- Schalter, P.J., and J.B. Williams. (1965) : The influence of texture on the moisture characteristics of soils. (I). A critical comparison of techniques for determining the available water capacity and moisture characteristic curve of a soil. *J. Soil. Sci.* **16**(1) : 1—15.
- Schalter, P.J., and J.B. Williams. (1965) : The influence of texture on the moisture characteristics of soils. (II). Available water capacity and moisture release characteristics. *J. Soil Sci.* **16**(2) : 310—317.
- Schofield, R.K. (1935) : The pF of the water in soil. *3rd Inter. Cong. Soil. Sci.* **2** : 37.
- 申天秀, 愼鏞華. (1973) : 우리나라 畚土壤의 有機物含量에 關한 研究. 淸園回甲 紀念論文集. p.7—16.
- Stoller, B.B. (1954) : Principles and practices of mushroom culture. *Economic Botany* **8** : 77.
- Stoller, B.B. (1955) : Studies on the function of the casing for mushroom bed. *M.G.A. Bull.* **34** : 289—297; *Review of appl. Mycology*, **34** : 75.
- Till, O. (1962) : The Re-use of spent compost for greater profitability in mushroom growing. *M.G.A. Bull.* **153** : 360—362.
- Treschow, C. (1944) : Nutrition of the cultivated mushroom. *Dansk. Bot. Arkiv.* **11**(6) : 1—180; *Mushroom Science* **4** : 86—130.
- Van Goor, B.J. (1968) : The role of calcium and cell permeability in the disease bloom-end rot of tomato. *Physiol. Plant.* **21** : 1110—1121.
- Wuest, P.J. (1974) : Knowing more about peat moss soil or spent compost for casing. *Mushroom News* **22**(11) : 6.
- Wuest, P.J., and L.C. Schisler. (1970) : Watering and ventilation from casing through cropping in commercial mushroom production. *Penn. Sta. Uni. Special circular* **140** : 1—16.
- 山崎不二夫. 1965. 土壤と水. 東京大學出版會
- Yeatman, C.J. (1974) : Re-use of spent compost for casing soil. *Mushroom News* **22**(9) : 3—8.
- 吉良芳夫. (1960) : 畑地灌溉に關する研究. 畑地灌溉研究集録. **5** : 366.