

이산화 유황이 느타리버섯 子實體의 生長에 미치는 影響

申 寬 澈·具 滋 馨*·俞 晟 濬

忠南大學校 農科大學 農生物學科·* 忠南大學校 農科大學 園藝學科

Effect of Sulfur Dioxide on Growth of the Fruit Body of Oyster Mushroom, *Pleurotus ostreatus*

Gwan-Chull Shin, Ja-Hyeong Ku* and Sung-Joon Yoo

Department of Agricultural Biology, and *Department of Horticulture,
College of Agriculture, Chungnam National University, Daejeon 300, Korea

Abstract: Oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus*, was exposed to 0.625, 1.25, 2.5 and 5.0 ppm SO₂ for 15, 30, 60, 120 and 180 minutes at the tiny button stage in order to study the effect of sulfur dioxide on growth and cap discoloration of the mushroom. The cap color was changed from grey to greyish blue at low dosage of sulfur dioxide, and with the lapse of exposing time and raising sulfur dioxide concentration up, the color was changed to light brown and dark brown. The cap discoloration was begun by the exposure of sulfur dioxide to 0.625 ppm for 120 minutes, to 1.25 ppm for 30 minutes and to 2.5 ppm for 15 minutes. By the exposure of sulfur dioxide to 1.25 ppm for 120 minutes, to 2.5 ppm for 30 minutes, its growth was inhibited, but the fruit body was died by the exposure of the gas to 2.5 ppm for 180 minutes and to 5.0 ppm for 60 minutes. Sulfur dioxide inhibited conspicuously the development of basidia and basidiospores of the mushroom and 20 to 25 percent of basidiospores formed were abnormal. Ethylene production by mushroom exposed to sulfur dioxide was not recognized.

Keywords: Basidiomycetes, *Pleurotus ostreatus*, Fruit-body growth, Sulfur dioxide effect.

느타리버섯(*Pleurotus ostratus*)은 營養價가 높고 맛
이 뛰어난 食料品으로서 最近 健康食品으로서의 價値
가 認定되면서 需要가 急激히 增加하고 있는 추세이
다. 느타리버섯은 밭질培地를 利用한 栽培方法이 開發
된 以來 農家副業 또는 都市近郊의 專業의인 形態로서
生産이 繼續 擴大되고 있다.

느타리버섯은 양송이와는 달리 비닐하우스나 簡易栽
培舍에서 적은 投資로 栽培가 可能하고 培地의 消毒
및 栽培期間中의 加溫은 연탄난로나 석유마나를 利用
하는 農家가 대다수이다. 연탄을 使用하는 農家栽培舍
의 경우 菌床의 일부분에서는 有害가스의 被害로 推定
되는 子實體의 褐變 및 幼柄의 枯死現象이 發生하고
있어 이를 究明하기 爲한 研究에 着手하였다. 연탄에
서 排出되는 有害가스中 植物에 毒性이 가장 강한 SO₂
의 栽培舍內의 濃度를 測定한 結果 연탄가스의 누출이

없는 栽培舍에서는 거의 檢出되지 않았으나 연탄을 교
환할 때는 2 ppm까지 檢出되었기에 연탄난방을 하는
栽培舍에서의 느타리 버섯의 被害는 SO₂에 기인한 것
이 아닌가 보고 人工栽培한 느타리버섯 子實體에 SO₂
를 處理하여 被害症狀과 生育에 미치는 影響을 調査하
였다.

SO₂는 高等植物의 경우 氣流을 通하여 吸收되어 細
胞質의 Eh를 低下시키고 SO₄로 酸化되어 pH를 낮추
어 各種 酵素反應과 代謝作用을 阻害하므로써 生理障
害 및 細胞組織의 파괴가 나타나게 되는 것으로 推定
된다(馬場及 酒井 1975, 1976). Thomas와 Hill(1935)
에 의하면 SO₂가스의 侵入을 받은 細胞는 酸化 또는
中和에 의하여 어느 정도의 가스는 處理할 수 있으나
多量의 가스가 갑자기 吸收되면 過量의 SO₂가 蓄積되
어 被害가 나타난다고 하였다. Thomas(1961)는 亞黃

酸鹽이 황酸鹽에 비하여 毒性이 훨씬 커서 SO₂가 SO₄로 酸化되는 速度를 넘어서 蓄積될 때 被害가 發現된다고 하였다.

蘚苔類와 地衣類는 SO₂가 문제시되는 大氣汚染에 對한 단단히 민감하여 指標植物로서 매우 有用한 것으로 알려져 있다. 이들은 일반적으로 高等植物에 비하여 汚染抵抗性이 낮는데 이것은 植物體의 構造에 기인하는 것으로 생각되고 있다. 蘚苔類나 地衣類에는 表皮나 通導組織이 發達되지 않았기 때문에 汚染空氣가 細胞에 직접 作用할 수 있다. 蘚苔類의 대부분은 通導組織이 없는 莖과 하나의 細胞層으로된 葉으로 構成되어 養水分의 吸收 및 가스의 交換이 裸出된 葉細胞에 의하여 直接 이루어 지고 있으며, 地衣類는 菌類가 表層을 이루고 그 내부에 藻類가 混在하고 있으나 葉綠素를 가진 藻細胞는 汚染物質에 대하여 거의 무방비상태이기 때문에 쉽게 피해가 나타나는 것으로 생각된다. (埤田 1980)

버섯 및 기타 眞菌類에 미치는 SO₂의 影響에 대하여는 研究된 바가 없다. 양송이의 경우 몇 가지 揮發性物質의 排出 및 그들의 菌絲 및 子實體의 生育에 미치는 影響이 調査된 바 있다. 양송이의 菌絲와 子實體에서는 CO₂, ethylene, acetaldehyde, acetone, ethyl alcohol 등이 發生하며 (Locard 1967, Stoller 1979) 일산화탄소가 發生하는 사실도 確認되었다 (Stoller 1979). 炭酸가스는 양송이 生育에 큰 影響을 미친다. CO₂의 濃도가 낮은 범위에서는 菌絲의 生長과 子實體의 形成을 促進하나 高濃度에서는 子實體의 形成이 抑制되고 子實體가 畸形化한다 (車等 1981, Kindt 1968, Lamber 1933, Rasmussen 1962, San Antonio 등 1972), 일산화탄소는 菌絲生長 및 子實體形成에 影響을 미치지 않으며 그 이외의 代謝가스들도 抑制效果는 나타내지 않는 것으로 알려져 있다.

高等植物, 蘚苔類, 地衣類 및 양송이에 對한 各種가스의 影響을 綜合할 때 느타리버섯의 子實體는 가스의 交換이 容易한 構造를 가지고 있어 有害가스에 노출되었을 때 被害를 쉽게 받을 수 있을 것으로 보이며 연탄의 연소시 發生하는 가스中 SO₂가 가장 큰 影響을 미칠 것으로 생각된다.

實驗 材料 및 方法

SO₂가 느타리버섯의 子實體生育에 미치는 影響을 究明하고자 *Pleurotus ostreatus*를 800cc pp병에 넣은 榻榻米培地에 接種하여 25 °C의 恒溫 暗培養室에서 25日間

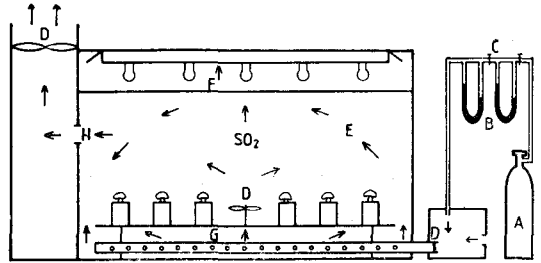


Fig. 1. Schematic diagram of the fumigation chamber of sulfur dioxide.
 A) SO₂ gas bombe (about 10%),
 B) Flow meter, C) Pinch cork,
 D) Fan, E) Airstream, F) Light source,
 G) PVC pipe with small holes, H) Vent.

菌絲를 生長시킨 다음 15~17 °C의 비닐하우스發育室에 옮겨 撒水加溫하고 光을 照明하면서 子實體形成을 誘起시켜 栽培하였다. 本實驗에 使用한 培地는 枳殼 80% + 米糠 20%로 混合한 材料를 水分含量 65%로 調節하여 pp병에 넣고 121°C에서 60分間 滅菌하여 製造하였다. 供試한 *Pleurotus ostreatus*는 農業技術研究所의 2-1이었다.

느타리버섯에 대한 SO₂의 處理는 Fig. 1과 같은 접촉상을 製作하여 實施하였다. SO₂는 人工照明을 하지 않고 15~20°C에서 0.625, 1.25, 2.50 및 5.00 ppm으로 濃度를 달리하여 處理하였고, 노출시간은 各濃도 별로 15, 30, 60, 120 및 180分씩 하였다. SO₂ 處理中 가스의 濃度는 北川式가스檢器로 測定하면서 接觸상의 SO₂濃度를 調節하였다. SO₂는 幼菇가 자라자 갖의 直徑이 1cm내의일 때 處理하였고 처리된 버섯은 즉시 버섯生長室로 옮겨 栽培管理하면서 갖의 變色, 버섯의 生長 및 胞子形成等を 調査하는 한편 SO₂ 處理 직후 일부의 子實體를 採取하여 ethylene 發生을 調査하였다.

Ethylene의 發生量은 버섯試料 1g을 取하여 10ml의 유리병에 넣어 고무마개로 막은 다음 常溫에 1日間 방치하였다가 Head space에서 1ml의 空氣를 採取하여 Gas chromatograph (Shimadzu, GC-4BM, FID/w)를 使用하여 測定하였다. (具 1980)

結果 및 考察

SO₂가 느타리버섯의 子實體의 갓색에 미치는 影響을 究明하고자 SO₂의 濃度와 노출時間을 달리하여 實驗하고 處理 24時間 및 48時間 後에 結果를 調査하였다.

Table I. Effect of SO₂ on discoloration of the fruit body cap of *Pleurotus ostreatus* at 24 hours after exposure.

Conc. of SO ₂	Minutes exposed to SO ₂				
	15	30	60	120	180
0.625ppm	N	N	N	N	‡
1.25 ppm	N	N	+	‡	‡
2.50 ppm	N	‡	‡	‡	SG
5.00 ppm	+	‡	SG		

N : Normal, + : Slightly discolored (grey to blue),
 ‡ : Considerably discolored (light brown),
 ‡ : Completely discolored (dark brown),
 SG : The fruit body stopped growing.

Table II. Effect of SO₂ on discoloration of the fruit body cap of *P. ostreatus* at 48 hours after exposure.

Conc. of SO ₂	Minutes exposed to SO ₂				
	15	30	60	120	180
0.625ppm	N	N	N	+	‡
1.25 ppm	N	+	‡	‡	‡
2.50 ppm	+	‡	‡	‡	SG
5.00 ppm	‡	‡	SG		

느타리버섯의 갓색은 SO₂의處理에 의하여 灰青色 내지 褐色으로 變化하였는데 變色の程度는 SO₂의濃度와 處理時間에 따라 달랐다. SO₂處理 24時間後의 變化를 보면 Table I에서와 같이 0.625 ppm區는 120分間 처리하여도 正常이었으나 180分間 처리할 때는 淡褐色으로 變化하였고 1.25 ppm 처리구는 60分처리시 灰青色, 120分 이상에서는 淡褐色을 나타내었다. SO₂ 2.5 ppm 처리구에서는 15分처리시에는 정상이었으나 30~60分區에서는 淡褐色, 120分區에서는 暗褐色이었고 180分區에서는 褐變枯死하였다. 5 ppm 區에서는 10分間處理하여도 變色하였고 60分間處理時에는 子實體가 枯死하였다.

SO₂處理 48時間後의 느타리버섯 갓색의 變化를 調査한 結果 Table II와 같이 0.625 ppm區에서는 24時間後에 正常이었던 120分區에서 灰青色을 보였다. 1.25 ppm 區에서는 24時間에 正常이었던 30分處理에서 變色이 나타났고 處理時間이 더 길어지면 變色이 심해졌는데 이와같은 傾向은 2.5 ppm區와 5 ppm區에서도 나타났다. 느타리버섯에 SO₂를 處理할 때 갓의 變色은 處理中에

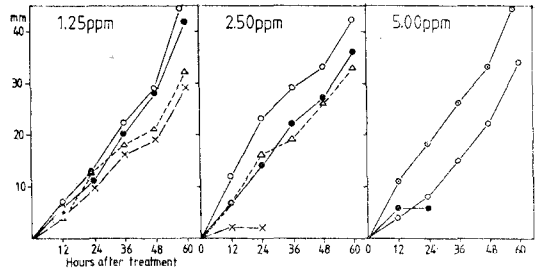


Fig. 2. Effect of SO₂ treated at the tiny button stage on the cap growth of the fruit body of *Pleurotus ostreatus*. ○—○ : exposed to SO₂ for 30 minutes, ●—● : 60 min., △—△ : 120 min., ×—× : 180 min., ⊙—⊙ : Control.

나타나기 시작하여 버섯의 生長이 完了되는 48時間까지도 繼續되었다.

느타리버섯의 SO₂에 依한 變色反應은 1.25 ppm에 30分處理時부터 뚜렷히 나타났는데 이것은 指標植物의 하나인 알팔파가 1.25 ppm에서 1시간 처리시 被害가 發現되는 것과 비교할 때 SO₂에 매우 민감함을 보여주는 것이다. (谷山 1978)

느타리버섯이 發生하여 갓의 직경이 1cm내의일 때 SO₂의濃度와 노출시간을 달리하여 處理하고 그 후의 子實體生長을 調査하였다. 子實體의 갓의 生長은 Fig. 2와 같다.

Fig. 2에서 子實體 갓의 生長은 SO₂의濃度가 높을수록 그리고 處理시간이 길수록 減少하는 傾向을 보였다. SO₂ 1.25 ppm 30分區는 無處理와 同一하였으므로 1.25 ppm 60分, 2.5 ppm 30分區의 경우는 거의 영향을 받지 않았으나 1.25 ppm 120分, 180分, 2.5 ppm 60分, 120分, 5 ppm 30分區는 生長이 뚜렷히 減少하였다. 2.5 ppm 180分區와 5 ppm 60分區에서는 처음 12時間 동안은 갓이 약간 生長하였으나 그以後 枯死하였다. SO₂에 의한 갓生長의 阻害는 變色反應과 거의 일치하는 傾向을 보이고 있으나 갓이 變色하였던 1.25 ppm 60分區와 2.5ppm 30分區에서 生長이 正常이었고 그보다 높은 處理區에서도 變色の程度와 비교하여 生長의 阻害는 적게 나타났다. 그러나 高濃度에서 노출時間을 延長할 때는 심한 變色과 함께 枯死하여 SO₂가 느타리버섯의 生長에 큰 影響을 미치는 것이 確認되었다.

SO₂가 느타리버섯 子實體의 대의 生長에 미치는 影響을 調査한 結果 갓의 生長에서와 비슷한 反應을 보였다. (Fig. 3)

SO₂ 1.25 ppm에 30分 및 60分間 처리한 子實體는 대

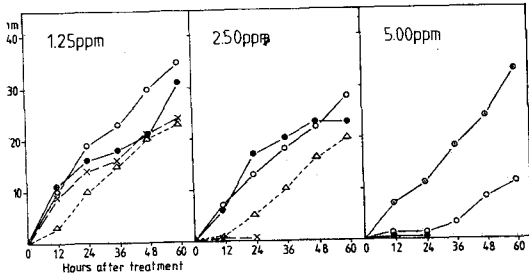


Fig. 3. Effect of SO₂ treated at the tiny button stage on the stipe elongation of the fruit body of *P. ostreatus*. ○—○: exposed to SO₂ for 30 minutes, ●—●: 60 min., △—△: 120 min., ×—×: 180 min., ○—○: Control.

의 생장이 無處理區와 差異가 없었으나 1.25 ppm에서 120分以上, 2.5 ppm에서 30分以上, 5 ppm에서 處理한 全試驗區에서는 대의 생장이 沮害를 받았고 그 程度는 SO₂의 濃度가 높을수록, 그리고 處理時間이 길수록 심하였다. 갓과 대의 생장을 비교할 때 갓보다는 대의 생장이 SO₂에 의하여 더 심하게 抑制되었다. SO₂에 의한 대의 생장抑制의 影響은 全生育期를 통하여 나타났으나 特히 處理後 初期의 生育이 지연되는 傾向을 보였고 그 程度는 SO₂의 濃度가 높을수록 뚜렷하였다.

SO₂의 影響을 處理濃度와 處理時間을 곱하여 全處理量으로 Fig. 4에서와 같이 1.25 ppm×60分과 2.5 ppm×30分의 경우는 뚜렷하지는 않으나 거의 같은 程度의 影響을 미치는 것으로 생각되었고 5 ppm×15分의 경우는 갓과 대의 생장이 더 심하게 抑制되었다. 이같은

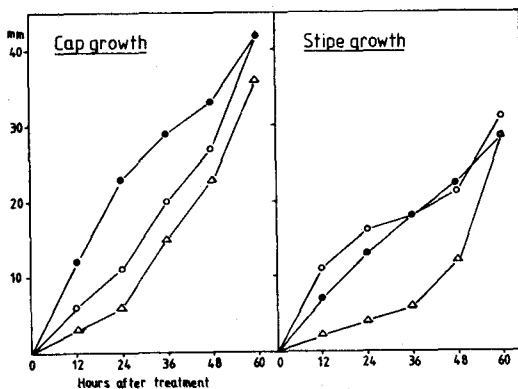


Fig. 4. Effect of SO₂ treated by same dosage on cap growth and stipe elongation of the fruit body of *P. ostreatus*. ○—○ 1.25 ppm×60 min., ●—● 2.50 ppm×30 min., △—△: 5.00 ppm×15 min.

Table III. Effect of SO₂ on the basidia development and basidiospore formation of *P. ostreatus*.

SO ₂ conc. & exposure time	No. of basidia ^{a)}	size of basidia ^{b)}	No. of basidiospore ^{a)}
0.625 ppm 120 min.	30	7.6×8.6	105
2.50 ppm 120 min.	23	5.1×8.9	83
Control	202	5.8×8.9	243

a) No. of basidia and basidiospores were counted under a 400 microscope.

b) Unit: micrometer, width×length.

結果는 SO₂ 處理量이 같아도 느타리버섯의 생장은 同一하지 않고 濃度가 높을수록 沮害影響이 심해지는 傾向을 나타내었다.

SO₂가 느타리버섯 子實體에서의 擔子器의 發育과 胞子の 形成에 미치는 影響을 調査한 結果는 Table III과 같다.

Table III에서 보는 바와 같이 SO₂를 處理한 子實體는 Basidium 및 Basidiale의 發育이 不良하고 擔子胞子가 顯著히 減少하였다. SO₂ 0.625 ppm에 120分間 처리한 子實體의 擔子器는 400倍 현미경 한 視野當 30個, 2.5 ppm에 120分間 처리한 子實體는 23個로서 無處理 202個에 비하면 대단히 적은 수였다. 擔子胞子の 數도 顯著한 減少를 보였다. 또한 形成된 胞子の 20~25%는 길이가 짧은 타원형의 畸形胞子였다. 0.625 ppm에서 120分間 처리한 버섯의 cystidia中에는 異常肥大한 것도 觀察되었다.

SO₂를 處理한 子實體에서의 ethylene 發生은 檢出되지 않았다.

摘 要

SO₂가 느타리버섯의 자실체 생장과 갓색에 미치는 影響을 究明하기 위하여 SO₂의 濃度를 0.625, 1.25, 2.5 및 5 ppm으로 調節하고 노출시간을 15, 30, 60, 120 및 180分으로 하여 實驗한 結果는 다음과 같다.

1. 느타리버섯의 子實體에 SO₂를 처리하면 갓색이 變化하였는데 낮은 處理水準에서는 灰青色을 띄었고 處理水準이 높아질수록 淡褐色, 暗褐色으로 變色이 심하여 졌다.

2. 子實體 變色の 限界點은 0.625 ppm 120分, 1.25 ppm 30分, 2.5 ppm 15分이었고 5 ppm에서는 10分 以內에 變色하였다.

3. SO₂를 1.25 ppm 120分以上, 2.5 ppm 60分以上, 5 ppm 30分以上 處理하면 子實體의 生長이 抑制되었다. 2.5 ppm, 180分, 5 ppm 60分에서는 子實體가 枯死하였다.
4. SO₂의 處理는 擔子器의 發育과 孢子形成을 심하게 抑制하였고 形成된 孢子的 20~25%는 畸形化하였다.
5. SO₂를 處理한 子實體에서 ethylene 發生은 검출되지 않았다.

參 考 文 獻

- 馬場赴, 酒井愼吾(1975): 作物の大氣汚染被害の發生機構に關する生理的研究. 第一報. 土壤水分が作物の亞硫酸ガス被害に及ぼす影響. 農學研究 55:87-96.
- 馬場赴, 酒井愼吾(1976): 作物の大氣汚染被害の發生機構に關する生理的研究. 第二報. 榮養條件および土壤還元が作物の亞硫酸ガス被害に及ぼす影響. 農學研究 55:189-198.
- 車東烈, 朴鍾聲, 申寬澈(1981): 양송이 菌系生長과 子實體收量에 미치는 몇가지 環境要因의 影響. 韓國菌學會誌 9:7-12.
- Kindt, V. (1968): Relationship between watering and yield formation in newly approved mushroom varieties in German D.R. *Arch Gartenb.* 16:477-489.
- 具滋馨(1980): SO₂가스 被害에 의한 造園樹木의 ethylene 發生 및 Ag ion에 의한 ethylene 發生抑制 忠南大學校 農業技術研究報告 7:38-43
- Lambert, E.B.(1933): Effect of excess carbon dioxide on growing mushroom. *J. Agric. Research* 47:599-608.
- Locard, J.D.(1967): Metabolic gases of the cultivated mushroom. *Mushroom Science* 6:157-166.
- Rasmussen, C.R.(1962): Carbon dioxide accumulation in mushroom compost and its influence on cropping field. *Mushroom Science* 5:390-414.
- San Antonio, J.P. and R.L. Thomas.(1972): Carbon dioxide stimulation of hyphal growth of the cultivated mushroom, *Agaricus bisporus* (Lange) Sing. *Mushroom Science* 8:623-629.
- Stoller, B.B. (1979): Detection and evaluation of carbon monoxide, ethylene, and oxidants in mushroom bed. *Mushroom Science* 10. part 1:445-459.
- 谷山鐵郎(1978). 作物の 環境汚染をめぐる諸問題(2). 農業および園藝. 53:1185-1189.
- Thomas, M.D. and G.R. Hill, Jr.(1935): Absorption of sulfur dioxide by alfalfa and its relation to leaf injury. *Plant physiol.* 10:291-307.
- Thomas, M.D. (1961): Effect of air pollution on plant. Air Pollution, W.H.O. Monograph Series. 46:233-278.
- 埜田宏(1980): 圖說 環境汚染と指標生物. pp.61-68. 松中昭一編. 朝倉書店. 東京.

〈Received November 2, 1983〉