

무우·배추 圃場內的 病原性 土壤微生物 消長

李 王 休·蘇 仁 永

(全北大學校 農生物學科)

The fluctuation of soil pathogenic microbes population in radish and Chinese cabbage fields.

LEE, Wang Hyu and In Young, SO

(Dept. of Agricultural Biology, Jeon Buk National Univ.)

ABSTRACT

In order to study the effects of cropping system and fungicide(Dachigaren) on soil microbes, the seasonal fluctuations of soil microbes in the fields of radish and Chinese cabbage including soil pH, soil moisture content and soil temperature were investigated on every 15 day interval from the begining of March to late October in 1981.

The population of total fungus peaked at the begining of July, while that of total bacteria, at the begining of August. They were affected by soil temperature, however pathogenic microbes seemed to be more related with host plants than the soil temperature, because pathogens showed high density through the whole cultivation period.

The pathogenic microbes showed the density of order; *Xanthomonas*, *Erwinia*, *Pseudomonas*, *Agrobacterium* and *Corynebacterium*. *Xanthomonas*, *Erwinia* and *Pseudomonas* which induced radish and Chinese cabbage diseases were higher than *Agrobacterium* and *Corynebacterium* in population density. Bacterial soft rot occured at the density of *Erwinia*  $5.9\sim 6.6\times 10^5$ /dry soil 1 gram.

The density of microbes on continuous fields were higher than that of rotating fields, but there were no significant difference between treated fungicide plot and non treated in the density of microbes, also no difference between Chinese cabbage and radish growing fields.

緒 論

무우와 배추는 우리나라 食生活에 있어 매우 重要한 菜蔬로 全菜蔬栽培面積의 28.6%을 차지 하고 있다(農林統計年譜, 1981). 과거에는 주로 겨울철 김장용으로만 多量生産하였으나 poly-ethylen 開發과 新品種 育種等 農業技術의 向上

으로 春作栽培, 高冷地栽培, 平野地 被覆栽培等 季節에 關係없이 年中栽培되고 있다. 따라서 土地의 集約的 利用에 따른 連作으로 인하여 土壤 傳染性病的 被害가 점차 深化되고 있는 실정이다.

우리나라의 무우·배추에 發生하는 主要病害 中 바이러스性病을 除外하고는 大部分이 土壤傳染性病이며 韓國植物保護學會(病害虫雜草名鑑, 1972)에 따르면 細菌性 3種, 糸狀菌性 7種이

土壤傳染性病이다. 其後 油菜菌核病(강 1973, 金·曹 1979), *Fusarium* 性 立枯病과 *Aphanomyces* 性 根部腐敗病(蘇 등 1981)이 土壤傳染性으로 報告되었다. 外國의 경우를 보면 上記한 病以外에도 *Rhizoctonia* 에 의한 배추尼腐病(勝又 1978), *Verticillium* 에 의한 배추黃化病(芦荻 1980, 竹內·鈴原 1978), 무우黑點病(北澤·鈴井 1980), *Streptomyces* 에 의한 무우瘡痂病(松田 1973), *Pythium* 에 의한 立枯病(松田 1973, 竹內 1980) 등이 報告되어 있다.

上記한 病들은 모두가 土壤傳染性病으로서 連作으로 인한 病原微生物의 密度增加가 病害發生의 主要 要因으로 되고 있다. 따라서 外國에서는 作物別 病原性微生物의 分布 및 生態學的 性質을 研究하여 病害防除豫察에 應用하고 있는 실정이다(勝又 1978, 竹內 1980). 그러나 우리나라에서는 圃場內 土壤微生物의 研究가 부진하여 人蔘圃 土壤中の 菌類分布(金·李 1974)와 人蔘圃內 殺菌劑 處理에 따른 病原菌의 數的變化(崔 1969)만을 찾아 볼 수 있다.

따라서 본 實驗은 作付體系에 따른 무우·배추圃場內의 病原性 土壤微生物의 密度變化를 調査하여 土壤傳染病的 防除 및 豫察에 應用할 수 있는 基礎資料를 얻고자 遂行하였다. 또한 土壤微生物의 增殖要因이 되는 土壤의 pH, 水分含量 및 地溫도 測定하여 이들간의 相關性을 보았다.

### 材料 및 方法

供試植物 및 作付體系: 本 實驗은 1981년 3월 末부터 10월 末까지 全北大學校 農科大學 附屬農場 實驗圃에서 實施하였다. 供試植物은 興農種 苗產 무우(*Raphanus sativus*)와 배추(*Brassica pekinensis*)의 各 品種을 각각 1次栽培(春作, 3월 28일~6월 25일)時에는 速成大型봄무우와

耐暑白露배추, 2次栽培(夏作, 6월 20일~8월 13일)時에는 총각알타리무우와 불암 엇가리배추, 3次栽培(秋作, 8월 19일~11월 10일)時에는 희락무우와 미호70일배추를 同一圃場內에 파종하였다. 또 2次栽培時 輪作區에는 들깨(*Perilla frutescens* Brit var. Japonica)를 植栽하였다.

肥配管理는 慣行 施肥法에 準했으며, 1次栽培 10일前 全圃場에 삼진석회주식회사產 石灰粉末 2號를 200kg(製品量/10a) 撒布하였다.

圃場配置는 무우와 배추別로 各連作區와 輪作區, 土壤殺菌劑處理(다져가래: 3-hydroxy-5 methyl isoxazol 4%, 500g)와 無處理區로 하여 區當 6.6m<sup>2</sup> (2坪)씩 3反覆 細細區 配置하였다.

供試圃場環境: 供試土壤의 化學的 性質은 Table 1과 같다. 土壤 pH와 土壤水分은 4月初부터 10月 末까지 每 15일 間隔으로 各 實驗區別로 9個 場所에서 地下 10cm 까지 表土를 採取하여 使用하였다. 土壤反應은 H<sub>2</sub>O 浸出(1:5 v/w)에 의한 硝子電極法으로서 pH를 測定하였다.

實驗圃場의 土壤含水量은 土壤採取 直時 恒溫 乾燥器(105±1°C)에서 5時間 乾燥하여 秤量하였다.

地溫은 谷(1974)의 方法에 따라 地下 10cm되는 곳에 簡易地溫計를 設置하여 每日 平均溫度는 11時, 最高溫度는 15時에 測定하였다.

土壤病原菌 分離: 植物病原性 細菌인 *Agrobacterium*, *Corynebacterium*, *Erwinia*, *Pseudomonas* 및 *Xanthomonas* 屬의 分離는 Kado and Heskett(1970)의 選擇分離培地를 使用하였고, 一般細菌은 肉汁寒天培地를, 그리고 一般菌類는 Martin's rosebengal 培地를 供試하였다. 接種源은 15일 間隔으로 採取한 各區의 供試土壤을 12 mesh 체로 친후 土壤 5gr을 滅菌蒸溜水로 懸濁(1:9), 沈澱시켜 上澄液을 取하여 一般細菌은 10<sup>-4</sup> 液으로, 其他는 10<sup>-3</sup> 液을 페트리디쉬當 0.3 ml씩 3反覆接種하여 25±1°C 恒溫器에서 培養

Table 1. Chemical composition of soil used in the experimental vegetable fields

Date	Depth(cm)	pH (1:5)	O.M. (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	SiO <sub>2</sub> (ppm)	Ex. cation (m.e./100g)			C.E.C (m.e./100g)
						Ca	Mg	K	
March 30	0~10	5.5	1.4	142	300	4.3	0.71	0.33	6.1
August 20	0~10	6.3	1.9	149	389	2.7	2.6	0.4	6.2

하였다. 計數는 各對象菌의 特性에 따라 一般細菌은 接種後 2일까지, *Corynebacterium*, *Pseudomonas*, *Xanthomonas* 및 一般菌類는 3日後까지 *Agrobacterium* 과 *Erwinia* 는 4日後까지 나타나는 colony 를 集落計數器를 利用하여 土壤 1gr 當으로 換算 處理하였다.

**結果 및 考察**

**1. 圃場環境**

土壤 pH 및 土壤水分: 圃場의 pH 는 栽培期間中 약간의 上昇反應을 나타내었다. 圃場別로는 무우·배추 栽培圃場의 pH 變化幅이 草地(無除草, 無播種區)나 裸地(畝除草, 無播種)보다 심하였다(Fig. 1). 이와같은 現象은 作物栽培過程中 施肥 및 作物의 뿌리에서 分泌하는 分泌物의 影響이 아닌가 생각되나 今後 研究 檢討가 必要하다고 생각된다.

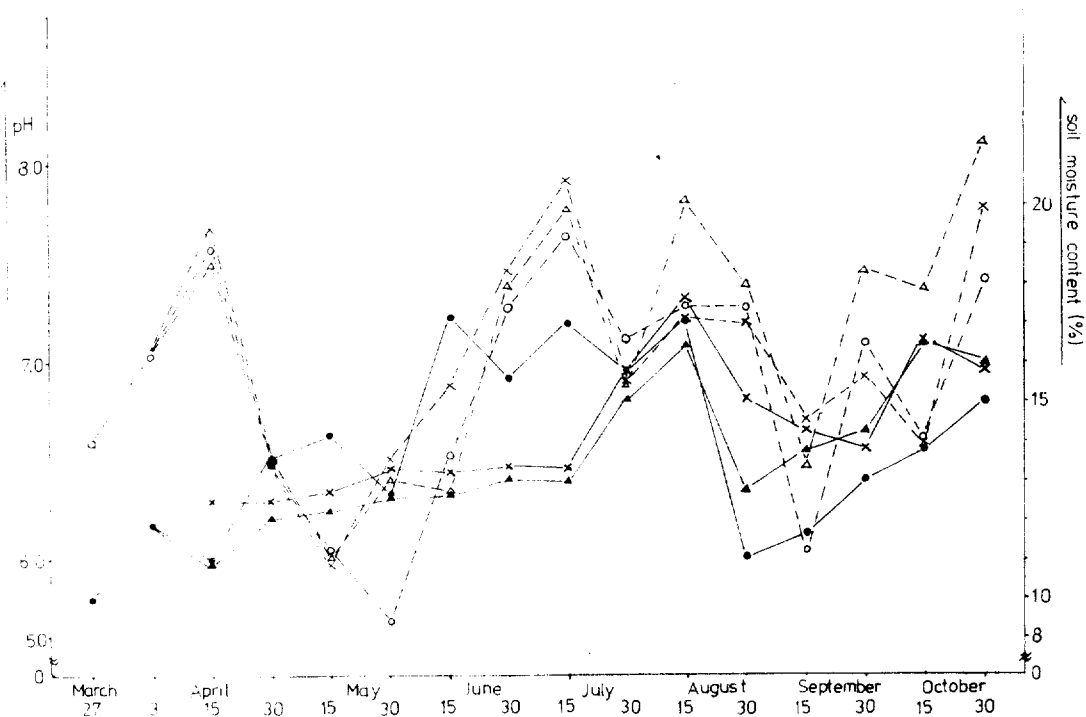
土壤水分은 대체로 10~20% 수준을 유지하고

있으나 5월 中旬과 9월 中旬은 降雨量의 不足으로 土壤水分含量도 減少現象을 나타냈다(全州測候所 降雨量, 1981). 따라서 土壤水分은 降雨量과 直接的인 相關性을 나타내었다(Fig. 1).

地溫變化: 栽培圃場의 地溫變化는 Fig. 2에서 보는 바와 같이 7月末의 最高地溫은 32.8°C, 平均地溫은 29.0°C 를 頂點으로 逆拋物曲線을 이루고 있었다. 圃場別로는 裸地가 가장 높고 草地가 中間이며, 菜蔬圃場이 제일 낮았다. 또한 最高地溫과 平均地溫의 差는 地溫이 全期間동안 1.3°C 정도 높게 나타났다.

**2. 病原性 細菌의 分布消長**

肉汁寒天培地上에 나타난 一般細菌의 集落을 計數한 結果 Fig. 3에서 보는 바와 같이 春作期의 1次栽培時부터 增加하기 始作하여 地溫이 30°C 를 상회하는 2次栽培期의 8월 中旬에 最多數 密度를 나타냈다. 이를 要因別로 分析하여 보면 地溫과 細菌의 密度와는 高度의 相關이 認定된다. 即 初期의 地溫上昇에 따른 一般細菌과의 相



**Fig. 1.** The seasonal change of soil pH and moisture in the experimental fields.  
 pH range: X——X Bare soil, ▲——▲ Weedy field, ●——● Cultivation fields.  
 Moisture content: X·····X Bare soil, △·····△ Weedy field, O·····O Cultivation fields.

關關係는  $r=0.891^{**}(Y=-49,782+3,254.8 X)$  였으며, 地溫 下降時와 細菌과는  $r=0.759^{*}(Y=-24,417.2+2,151.2X)$  여서 有意性이 인정되었다. 한편 土壤 pH의 變化에 따른 相關은 pH의

上昇에 따라 細菌密度는 下降하여  $r=0.91^{*}(Y=168,0282.1-23,924.1 X)$  로 負의 相關關係가 存在하였으나, 其他 土壤水分과는 有意性이 認定되지 않았다. 또한 作物別 및 作付體系에 따른

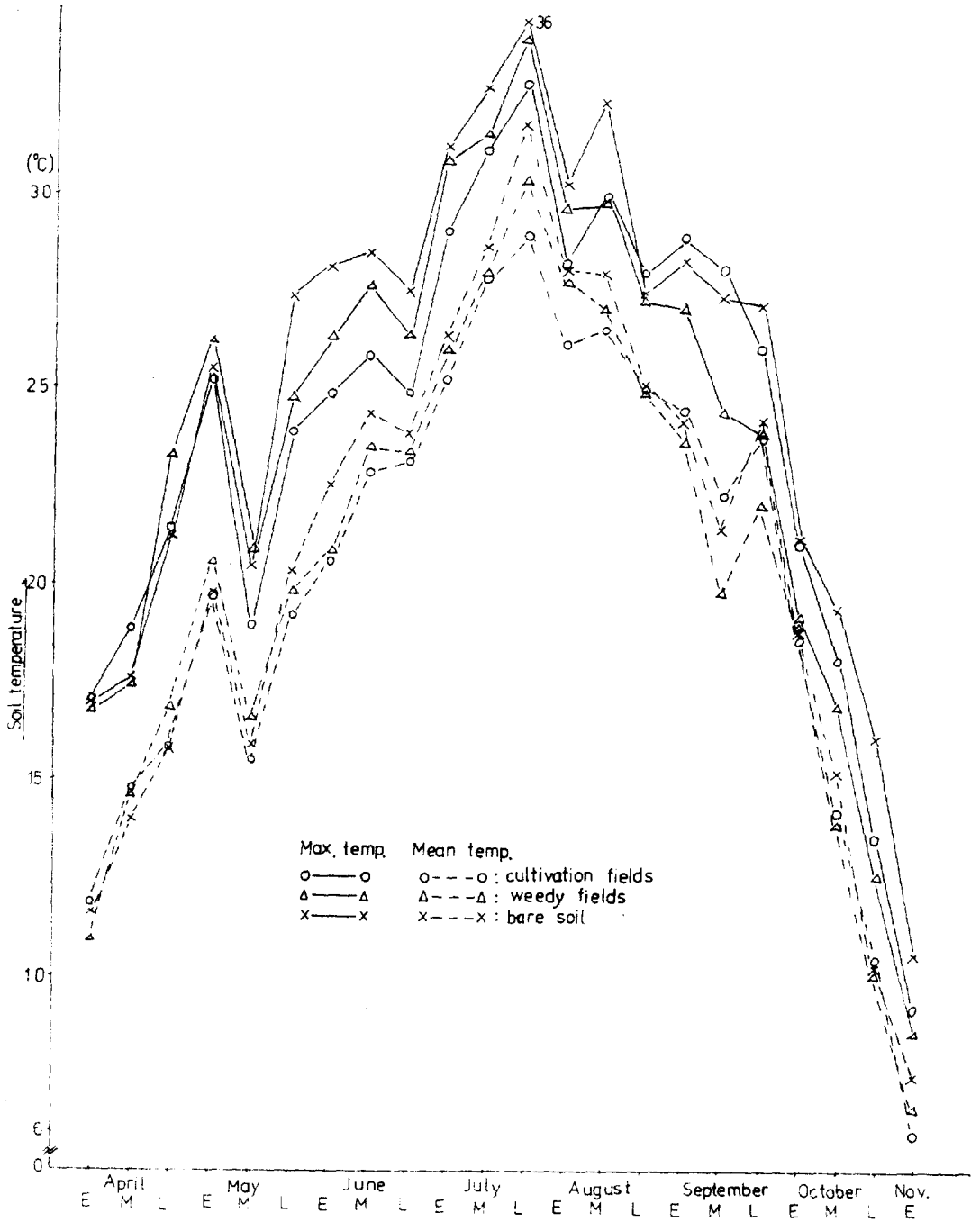


Fig. 2. The seasonal changes of soil temperature in the experimental fields.

差異는 작았다. 따라서 一般細菌의 密度는 地溫에 주로 支配된다는 것을 알 수 있었다.

病原性細菌의 主要屬인 *Agrobacterium*, *Corynebacterium*, *Erwinia*, *Pseudomonas* 및 *Xanthomonas* 등을 各 選擇培地로 分離計數한 上記 5 個屬의 總 細菌分布을 보면 每作期の 初期에 最多數密度를 나타내고 收穫期로 갈수록 점차 減少하는 傾向이었다(Fig. 3). 其他 地溫, 水分 및 pH에 따른 相關性은 認定되지 않았다. 따라서 이들 病原性 細菌들은 寄生植物과 密接한 關係가 있음을 알 수 있었다. 이들 各 細菌의 屬別로 密度를 分析하여 보면 Table 2에 나타난 바와 같이 *Xanthomonas*, *Erwinia*, *Pseudomonas*, *Agrobacterium* 및 *Corynebacterium* 屬 順으로 分布 密度가 낮아지는 傾向이며, 上記 5 個屬中 *Xanthomonas* 屬은 다른 細菌의 密度보다 월등이 높았다. 특히 무우·배추의 病을 直接 發病시키는 *Xanthomonas*, *Erwinia* 및 *Pseudomonas* 屬等은 무우·배추를 直接 侵害하지 않는 *Agrobacterium* 과 *Corynebacterium* 보다 密度가 높았다 (Table 2).

上記 病原菌의 密度를 環境要因別로 分析하여 보면 *Agrobacterium* 屬은 pH에 敏感하여 3次 栽培時 pH의 變化和 菌數와는 負의 相關( $r = -0.93^*$ ,  $Y = 4,671.9 - 672.1X$ ), 그리고 地溫의 下降에 따라서는 正의 相關( $r = 0.919^*$ ,  $Y = -369.1 + 36.5X$ )을 나타내 菌數는 環境變化에 敏感함을 알 수 있었다. 또 *Pseudomonas* 屬은 土壤水分과 負의 相關( $r = -0.93^*$ ,  $Y = 1,213.3 - 51.7X$ )을 나타냈다(Fig. 1, 2, Table 2). 그러나 *Corynebacterium* 은 圃場環境과 相關關係가 적게 나타났다. 이와 같은 結果는 Basu(1970)의 報告와 같은 경향이었다.

連作과 輪作區間의 病原菌 密度를 比較하면 전반적으로 連作區의 密度가 높은 傾向이며 특히 後半期인 3次栽培에서는 그 差異가 뚜렷이 나타나 全體的인 有意性은 認定되지 않았고, 다만 *Xanthomonas* 屬만은 高度의 有意性( $t = 3.506^{**}$ )으로 나타났다(Fig. 4). 이와 같은 現象은 아마도 一年次 試驗이기 때문에 差異가 적게 나타난 것이며 앞으로 年數를 거듭하여 連作하면 全體的인 有意性이 나타날 것으로 思料된다. 이와 같은 結果는 勝又(1978)의 報告와 같은 傾向

Table 2. The seasonal density of various soil microbes in the experimental fields

Genus	April		May		June		July		August		September		October		Total(10 <sup>3</sup> )
	15	30	15	30	15	30	15	30	15	30	15	30	15	30	
General bacteria(10 <sup>3</sup> )	1,274	1,654	930	5,443	8,466	28,723	44,110	39,436	50,200	23,900	23,680	9,349	9,867	8,023	255,055
<i>Agrobacterium</i>	726	424	284	432	449	1,148	801	433	217	693	467	350	221	121	6,766
<i>Corynebacterium</i>	132	81	71	19	90	357	162	159	9	66	337	154	86	83	1,086
<i>Erwinia</i>	422	1,671	2,164	594	680	1,919	1,104	934	2,165	1,086	693	792	742	244	15,190
<i>Pseudomonas</i>	722	91	521	415	380	991	1,246	942	186	333	648	441	432	222	7,570
<i>Xanthomonas</i>	918	4,850	1,296	2,514	1,488	4,533	4,973	5,862	1,042	1,641	2,859	2,729	2,391	1,779	38,875
Sub-total	2,920	7,117	4,336	3,974	3,067	8,948	8,286	8,330	3,619	3,819	5,004	4,466	3,872	2,449	70,207
General fungi	19	33	34	81	417	1,966	260	221	20	100	189	208	353	269	4,170

을 나타낸 것이라 생각된다.

*Erwinia* 屬은 栽培回數가 많을수록 連作區가 輪作區보다 높은 密度를 나타낸다. 또한 배추흰 빛썩음병(軟腐病)이 심하게 發病하였던 6月初旬의 病原菌數는 乾土 1 gr 當  $5.9 \sim 6.6 \times 10^5$ 에 達하였다. 이 結果는 津山(1980)나 脇本(1970)의 報告처럼 *Erwinia*의 數가  $10^5$ /乾土 1g 以上이면 發病한다는 結果와 一致하는 것이며, 本資料는 흰빛썩음병의 豫察 및 防除에 利用될 수 있을 것으로 思料된다. 또한 이 때 흰빛썩음병에 걸린 組織體에서도 同一한 菌株가 分離 同定되었다.

무우·배추圃場別 病原菌의 密度에는 큰 差異

가 없이 비슷한 傾向이었으며, 또한 殺菌劑處理와 無處理間에도 有意性이 나타나지 않았다.

3. 菌類의 消長

一般菌類의 密度變化는 Fig. 3에서 보는 바와 같이 1次栽培 初期부터 增加하기 시작하여 2次栽培 初期인 地溫이  $27^\circ\text{C}$ 에 이르는 時期에 最多 密度를 나타냈고, 其後 급격히 減少하였다가 3次栽培인 秋作期에 다시 上昇하였다. 地溫( $25^\circ\text{C}$ 까지)과 菌類의 密度와는 正의 相關( $r=0.838^*$ ,  $Y=-2,529.6+169.5 X$ )이 認定된다. pH, 土壤 水分, 寄生植物과의 關係에서는 有意性은 없었고, 다만 3次栽培時連作區에서 다소 많은 경향을 나타낼 뿐이다(Fig. 4). 따라서 一般菌類도 一般細

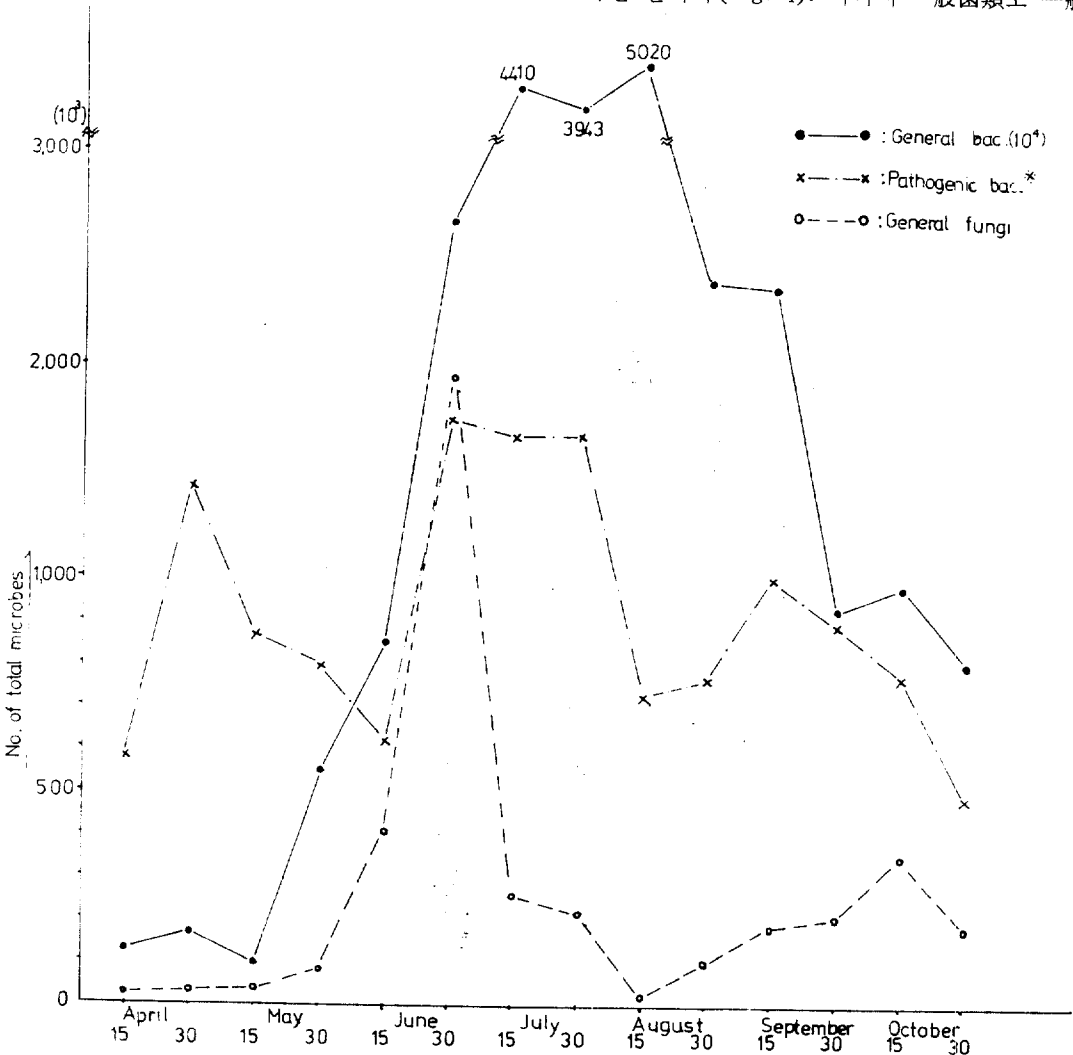
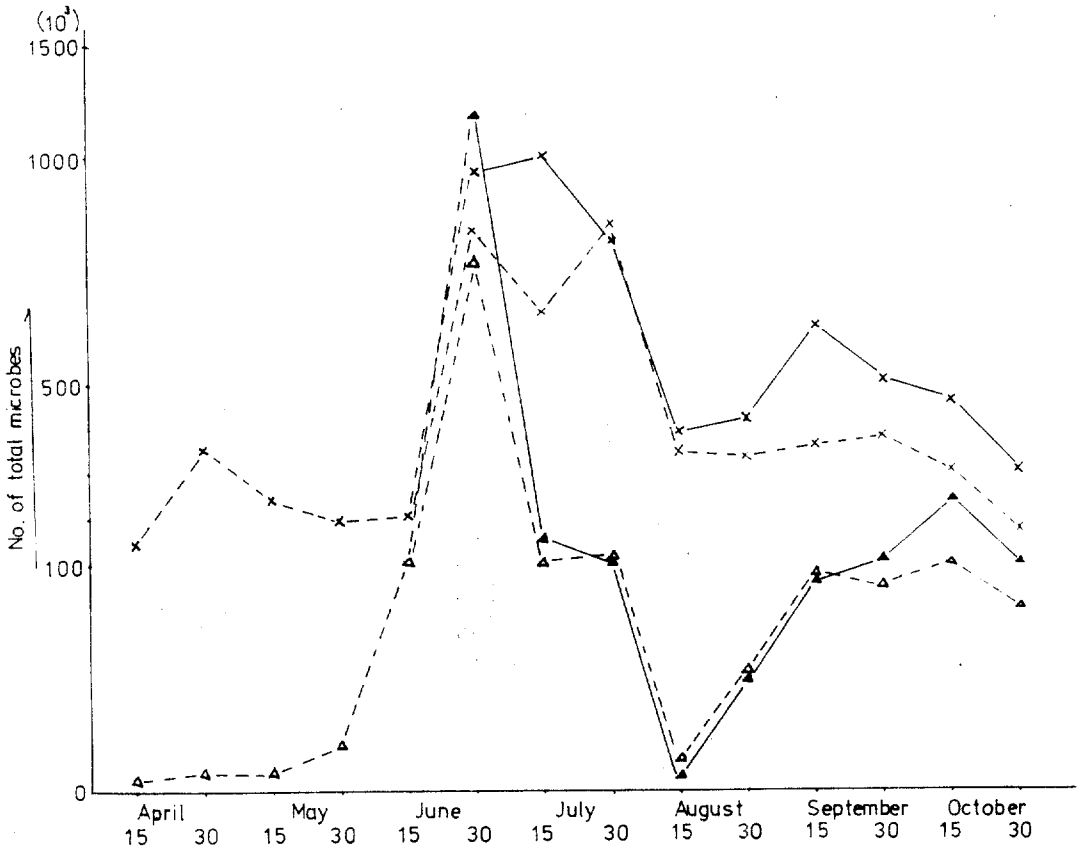


Fig. 3. The seasonal fluctuations of soil microbes in the experimental fields. \*The number is that averages of the five genus (*Pseudomonas*, *Xanthomonas*, *Erwinia*, *Agrobacterium* and *Corynebacterium*).



**Fig. 4.** The seasonal fluctuations of pathogenic bacteria and general fungi in cropping system. Continuous cropping: ×.....× Pathogenic bacteria, ▲.....▲ General fungi. Rotations cropping: ×.....× Pathogenic bacteria, △.....△ General fungi.

菌과 같이 地溫에 주로 支配되며 最高增殖 密度의 變化가 細菌의 30°C 보다 낮은 25°C 정도였다. 그리고 土壤殺菌劑 處理區에서 一般菌類의 密度를 보면 初期에는 약간 減少하나 崔(1969)가 報告한 것처럼 後期에는 增加하는 傾向인데 이에 관해서는 今後 研究檢討가 要求된다. 또한

우리나라의 土壤病原微生物의 分布에 對한 研究는 아직 미흡한 실정이며 앞으로 많은 研究가 要求되며, 發病과의 相關關係를 調査하여 圃場 發病의 豫察法 導入으로 事前 防除體制가 要求된다고 생각된다.

**摘 要**

무우·배추圃場에 連作과 輪作區 및 土壤殺菌劑(다찌가린)處理에 따른 病原性土壤微生物의 分布消長 및 土壤環境과의 關係를 밝히고서 1981년 3월 末부터 同年 10월 末까지 15일間隔으로 調査하였다.

土壤微生物의 密度가 가장 많은 時期는 一般菌類가 7월 初旬, 一般細菌은 8월 初旬이었고, 이는 地溫과 正의 相關이 있으며, 病原性細菌은 作物의 全作期에 걸쳐 높은 것으로 미루어 土壤環境보다는 寄主植物에 影響을 많이 받은 것 같다. 病原性細菌의 密度는 *Xanthomonas*, *Erwinia*, *Pseudomonas*, *Agrobacterium* 및 *Corynebacterium* 屬 順으로 낮아졌으며, 무우·배추의 病原菌인 *Xanthomonas*, *Erwinia*, *Pseudomonas* 屬은 他菌인 *Agrobacterium* 및 *Corynebacterium* 보다 密度가 높았다. 軟腐病은 *Erwinia* 의 密度가 5.9~6.6×10<sup>5</sup>/乾土 1gr 에서 發病되었다. 連作區의 土壤微生物 密度가 輪作區보다 높은 傾向이고, 農藥處理間 및 무우·배추圃場間에는 有意性이 없었다.

## 引用文献

1. 芦澤正和. 1980. アブウナ科 野菜の連作障害と耐病性品種. 農業および園藝 55: 173~178.
2. Basu P.K. 1970. Temperature, an important factor determining survival of *corynebacterium michiganense* in soil. *Phytopathology* 60: 825~827.
3. 崔夏子. 1969. 殺菌劑의 土壤灌注에 따른 人蔘 모잘록병菌의 數的變化 및 苗蔘 뿌리의 수량. 서울대 M.S. thesis: 1~40.
4. 谷 信輝. 1974. 新編 農業氣象 핸드ブック. 養賢堂 748~763.
5. Kado C.I. and M.G. Heskett. 1970. Selective media for isolation of *Agrobacterium*, *Corynebacterium*, *Erwinia*, *Pseudomonas* and *Xanthomonas*. *Phytopathology* 60: 969~976.
6. 강광운. 1973. 十字花科採種地帶의 菌核病 防除에 관한 研究. 원시연보 23~25.
7. 勝又 廣太郎. 1978. 野菜の連作障害. 農業および園藝 53: 1203~1209.
8. 金倬熙, 李敏雄. 1974. 人蔘 根腐病에 관한 研究 (第2報)—人蔘圃 土壤中の 菌類의 垂直分布 및 菌種分類에 대하여. 東國大論文集 第十三報 393~401.
9. 金基清, 曹鍾澤. 1979. 菜蔬의 病. 韓國植物保護, 研究論考. 韓國植物保護學會 85~97.
10. 景山 幸二, 宇井 格生. 1981. 連作および輪作圃場のインゲンと土壤から分離された *pythium spp.* とその病原性. 日植病報 47: 313~319.
11. 北澤 健治, 鈴井 孝仁. 1980. ダイコンのバーティシウム 黒點病. 日植病報 46: 271~273.
12. 松田 明. 1973. 最近 話題の 野菜土壤病害と 防除. 農業および園藝 48: 568~572.
13. 蘇仁永, 李淳炯, 金炯武, 李王休. 1981. 高冷地端境期 菜蔬(早우·晩추) 및 平野地 秋作菜蔬圃地에 發生하는 主要病害調査 I. 全北高冷地 端境期早우·晩추 主要病害. 植物保護學會誌 20: 135~145.
14. 竹内 昭士郎, 萩原廣. 1978. ダイコン根部に 發生する 異常 症狀の 類別. 植物防疫 32: 289~293.
15. 竹内 昭士郎. 1980. 野菜の連作と土壤病害. 農業および園藝 55: 149~154.
16. 津山 博之. 1980. ハクサイ 軟腐病の 發生生態. 植物防疫 34: 294~298.
17. 韓國 植物·病·害虫·雜草·名鑑. 1972. 韓國植物保護學會 26~27.