

大氣汚染源에 의한 植物病

Plant diseases incited by air pollutants



서울대학교 農科大學 植物病理學敎室

鄭 厚 燮

目 次

- | | |
|-----------------------|---------|
| 1. 머릿말 | 의 影響 |
| 2. 植物病을 일으키는 大氣 汚染發生源 | 4. 被害對策 |
| 3. 植物에 대한 大氣汚染源 | 5. 結 論 |
| | 6. 參考文獻 |

1. 머릿 말

우리나라에서도 工業化, 都市化의 촉진으로 발생하는 公害에 대한 관심이 높아져서 그 防止策에 대하여 여러가지로 논의되고 있다. 公害 (public nuisance)란 大氣汚染, 水質汚濁 등에 의해서 사람의 健康 또는 動植物을 포함한 生活環境에 대한 被害를 말한다. 公害 中에서도 大氣汚染에 의한 소위 「스모크」때문에 1952년에 「런던」市民 4000여명이 慘殺된 事實이라던가 최근에 日本 東京의 女高生集團中毒事件 등은 잘 알려진 충격적인 事實이다. 그러나 사람의 生活과 밀접한 관계가 있다 動·植物, 특히 農作物의 公害에 대한 인식은 鈍感한 것 같다.

일찍이 90年 前에도 工場의 煤煙에서 나오는 SO₂이 植物에 病을 일으키며 그 病徵은 害虫, 寄生菌에 의한 것과는 구별된다는 보고가 있다. 1940年까지만 해도 大氣汚染源에 의한 植物病에 대해서는 큰 關心이 없었다. 미국의 「로스안젤리스」근처에서 많은 草本植物의 아랫잎이 銀色葉(Silver leaf)으로 變하여 크게 물의를 일으켰으나 病原菌 또는 「바이러스」에 의한 것이 아니고 大氣汚染인 「스모그」때문이란 것이 이 즈음에 밝혀졌다. 그리고 「오존」과 不飽和炭化水素의 混合物로 들에서 銀色葉과 비슷한 病徵을

再生할 수 있었으며 銀色葉의 原因은 NO₂와 몇가지 炭化水素의 光化學的反應에 의한 PAN (Peroxyacetyl nitrate)임을 證明하였다. 그리고 美國 北東, 北中部의 「스트로브」소나무 萎黃性萎縮病(chlorotic dwarf)의 原因을 무려 60餘年間이나 植物病理學者들은 病菌, 바이러스 또는 不適當한 土壤條件때문이라고 주장하던 未解決問題가 최근에 비로소 大氣汚染源때문이란 것이 立證되었다.

美國의 大氣汚染源에 의한 農産物의 年間平均被害額은 1億 5千萬弗로 推算되며 그 中에서 約 1/4은 「칼리포르니아」州에서 일어나고 있다. 우리나라의 農林作物에 대한 大氣汚染의 피해는 상세히 조사된 바가 없으나 最近에 日刊紙에 보도된 몇가지 例를 들면, 1930~1940년에 興南窒素肥料工場地帶에서 배출되는 SO₂은 周邊 10餘 km의 農作物에 큰 被害를 주었다고 한다. 蔚山工業團地의 나무잎은 SO₂으로 인하여 말라 떨어지고, 三陟에서는 「시멘트」工場에서 내뿜는 煤煙과 粉塵 등으로 1500 m 주변의 나무가 크지 못하여 林野는 벌거숭이가 되고, 農作物은 30%나 減收되었다고 한다. 그리고 泰陵과 東大門區 「떡골」의 배나무는 많은 工場이 세워진 뒤 收穫量이 현저히 減少되었다고 한다.

우리는 空氣가 植物의 生長에 必須의이란 것

은 잘 알지만 自然資源의 하나로서 그 質을 保護해야 된다는 사실을 忘却하기 쉽다. 大氣란 無限한 것이며 비록 汚染되더라도 하늘 높이 올라가서 없어지는 듯이 생각되지만 地球를 사과 열매에 전주면 大氣層이란 사과껍질처럼 얇으며 일단 汚染되면 씻어내기 어려운 것이다. 人類의 모든 活動으로 생긴 有害物質을 大氣로 뽑어내서 사람을 비롯한 動植物의 生活에 不適當한 環境을 만들어 들이킬 수 없는 異常을 일으키게 된다. 植物病理學者들이 寄生性病源體에 흥미가 있는 것처럼 非生物的汚染源에 의한 植物病에도 관심을 가져야만 한다. 筆者는 植物病理學徒로서 大氣의 汚染源이 廣義의 植物病源이라는 觀點에서 汚染發生源, 汚染源의 植物에 대한 影響, 被害對策에 대하여 論하고저 한다.

2. 植物病을 일으키는 大氣汚染發生源

植物病을 일으키는 주요한 大氣汚染物質은 SO_2 , HF, O_3 , PAN (Peroxyacetylnitrate) 鹽素, 「에티렌」 煤煙, 粉塵(예를 들면 「알미늄」, 亞鉛, 「카드뮴」등의 金屬微粉末) NO_x , H_2S , 등 종류가 많다. 美國에서는 光化學反應物質인 O_3 , PAN의 피해가 큰 반면 日本·우리나라에서는 SO_2 , HF의 被害를 重要視하고 있다. 참고로 美國에서 植物病을 일으키는 主要大氣汚染源을 보면 交通手段, 工業, 火力發電 등이 大部分을 차지하고 있다. (第1表)

美國에서 植物病을 일으키는 重要한 大氣汚染源
第1表 (Wood, 1968)

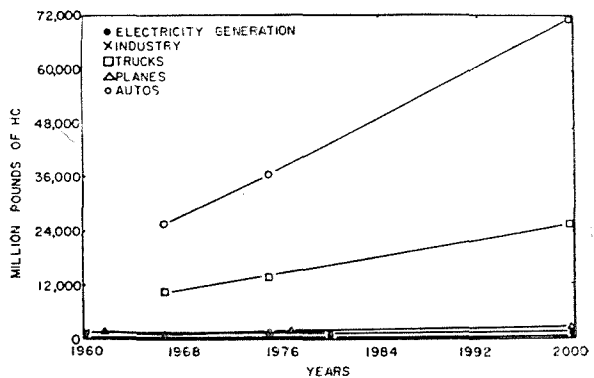
| 汚染物質 | 發 生 源 | | | | |
|-------|---------------------|-----|------|------|------|
| | 交通手段 | 工業 | 火力發電 | 宇宙加熱 | 廢棄燒却 |
| | 10 ⁶ 톤/年 | | | | |
| 二酸化硫黃 | 1 | 9 | 12 | 3 | <1 |
| 炭化水素 | 12 | 4 | <1 | 1 | 1 |
| 窒素酸化物 | 6 | 2 | 3 | 1 | <1 |
| 弗化物 | <1 | | | | |
| 粉塵 | 1 | 6 | 3 | 1 | 1 |
| 其他 | <1 | 2 | <1 | <1 | <1 |
| 計 | <21 | <24 | <20 | <7 | <5 |
| % | 28 | 30 | 26 | 9 | 7 |

汚染物質別로 그 發生源을 보면
(1) SO_2

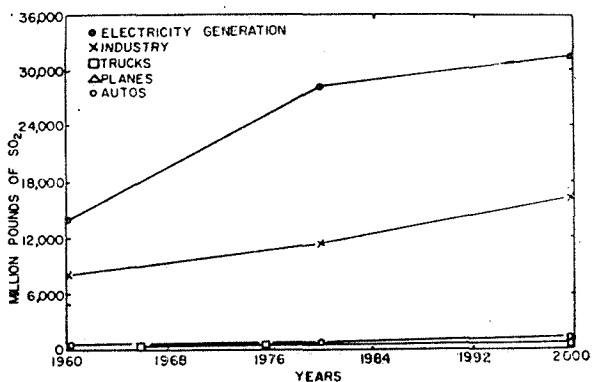
이 개스는 石炭의 燃燒, 天然가스 및 石油의 生産·精製·利用過程, 황산 및 有機物의 製造 및 工業的利用, 銅·亞鉛·「닛켈」 등 金屬의 精製 및 製鍊過程에서 나온다. 全世界 도처에서 農作物에 큰 피해를 주고 있으며 우리나라에서 많이 쓰고 있는 中東產의 原油에는 有機物이 2% 이상 있다고 한다. 美國에서는 SO_2 , 이주로 火力發電과 工業過程에서 발생하므로 (第1圖) 당분간은 계속 문제가 되지만 脫黃研究가 結實되는 2,000년쯤에는 다소 해결될 展望이 밝다고 한다.

(2) 炭化水素 및 窒素酸化物

美國의 炭化水素發生源은 주로 自動車·「추력」이고 火力發電과 工業은 거의 문제가 안된다. (第2圖) 窒素酸化物은 自動車·개소린의 燃燒, 石油精製, 天然가스·石炭의 燃燒, 黃酸·窒酸工場, 有機廢物의 燒却, 페인트·루핑·고무·비



第1圖 美國의 總年間 發生源別 SO_2 排出推定量(Wood, 1968)



第2圖 美國의 總年間 發生源別 炭化水素排出推定量(Woob, 1968)

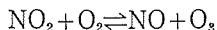
누工場 등에서 나온다. 아직도 위와 같은 發生源으로부터 배출되는 汚染物質을 防止하는 연구가 不進하므로 점점 惡化될 우려가 크다고 한다. 自動車엔진은 연료를 태워서 炭化水素와 窒素酸化물이 발생하므로 電氣엔진으로 改良함직도 하지만 實現性도 희박하거나와 實施하더라도 發電으로 인한 SO₂, NO₂는 減질로 늘어갈 것이라고 한다.

(3) 弗化水素(HF)

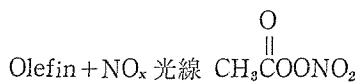
舍弗素鑛石을 사용하여 「알미늄」을 만들때, 磷酸肥料工場, 벽돌工場, 製鍊所, 陶器工場 등에서 발생하며 이 가스를 回收하지 않으면 工場周邊 2—3 km의 農作物에도 被害를 미친다. 養蠶地帶에서는 HF를 吸收한 콩잎을 먹인 누에는 生育不良에 이르는 때가 많다고 한다.

(4) O₃, PAN

O₃은 大氣의 上層에 많고 雷雨, 光化學反應에 의해서 발생한다. 특히 自動車 및 工場에서 배출되는 窒素酸化물이 光線이 있을 때에 O₂와 反應하여 O₃을 만들고 都市「스모그」의 중요한 原因이 된다.



PAN은 自動車 등에서 나오는 不飽和炭化水素와 窒素化合物이 光化學反應을 일으켜서 생긴다.



(5) 粉塵

石炭, 「개소린」 重油의 燃燒, 시멘트工場 石灰 굽는 作業, 廢物 燒却 등이 主要發生源이다.

3. 植物에 대한 大氣汚染源의 影響

植物에 대한 大氣汚染源의 일반적인 影響은 生育 沮止로서 植物의 病徵 또는 有毒成分의 분석으로써 確認되는 경우가 많다.

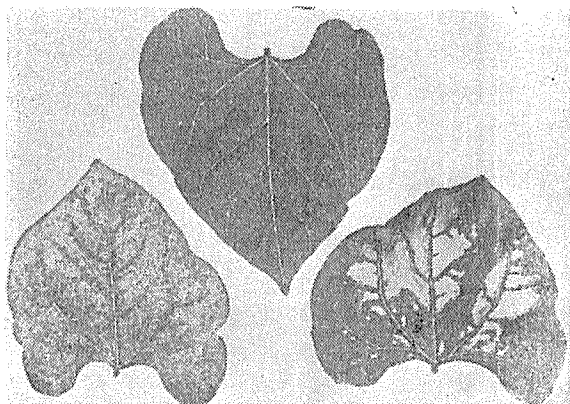
大氣汚染의 발생을 좌우하는 조건은 有毒物質의 濃度, 接觸時間 및 回數, 植物의 種 및 品種 生育時期, 土壤의 種類, 施肥內容 및 量 栽培法 특히 氣象과 밀접한 관계가 있다. 대체로 濕度가 높으면 「가스」의 擴散이 妨해되어 氣孔이 열려서 植物의 피해가 커진다. 그리고 낮에는 光合成作用이 활발히 進行되므로 또한 氣孔이 열

려서 「가스」吸收가 커지고 被害도 甚하지만 밤에는 피해가 일어나기 어렵다.

몇가지 중요한 大氣汚染源에 의한 전형적인 病徵을 기술하면 아래와 같다.

(1) SO₂

雙子葉植物은 잎맥 사이의 組織이 退色되어 회거나 褐變하며 잎맥은 그대로 綠色인 것이 특징이다. 第3回 單子葉植物의 잎은 잎맥 사이에 줄무늬가 생긴다. 알팔파, 보리, 목화가 가장 약하며 0.48 ppm에서 4時間이면 해를 입는다. 삼나무, 소나무도 약하다.



第3圖 강남콩잎의 피해 왼쪽 : O₃ 중간 : 全健 오른쪽 : SO₂

(2) HF

雙子葉植物, 單子植物은 각각 異なる지리, 잎끝이 褐變하여 무늬를 이루고 부서지기 쉽다. 흰 「글라디올러스」 살구, 옥수수는 가장 예민하며 셀러리, 알팔파, 토마토, 담배는 저항성이다. 많은 식물은 0.5 ppb의 농도에서도 피해를 입는다. 山添에 의하면 禾本科植物중에서도 밀은 비교적 강한데 보리, 밭벼, 수도는 약하고 十字花科植物 중에도 20日무우는 매우 약하고 菜種은 예외적으로 강하다고 한다. 그리고 배, 사과, 단풍, 벗나무, 장미는 강하고 가지, 포도, 갈자, 양도, 살구, 버들등은 약하다.

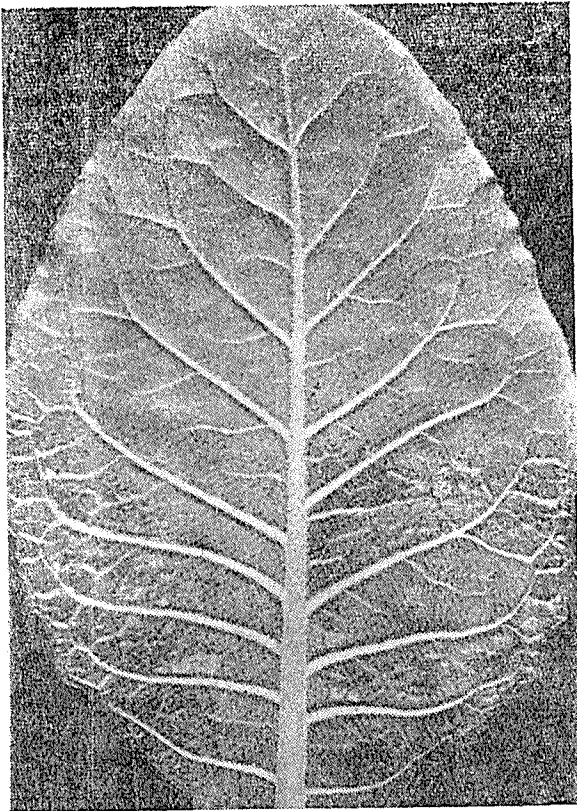
(3) O₃

잎의 萎黃, 얼룩기, 微斑點이 생기며 식물에 따라 병징이 다르다. (第3圖) 감귤, 포도, 소나무의 잎은 일찍 떨어진다. 최근에 都市의 木本 觀賞植物이 汚染源에 대한 Indicator로 이용되

며 「라이락」의 잎이 말리는 것은 좋은 예이다. 담배品種 Bel-Ws 는 가장 예민한 Indicator 로서 0.05 ppm 에 2時間만 노출해도 잎에 微斑이 생긴다. 美國에서는 알팔파, 시금치, 감자, 토마토, 라이락, 셀러리 등이 가장 약하다.

(4) PAN

전형적인 「銀色葉」이 잎의 뒷면에 생긴다. (第4圖) 흰페튜니아, Pinto bean, African violet, Romaine 시금치 등이 예민하며 0.02—0.05 ppm 에 한時間 노출해도 병징이 나타난다.



第4圖 PAN의 被害를 입은 담배 잎의 뒷면

(5) Ethylene

많은 植物의 잎은 늘어서고 나중에는 떨어져서 카네이션은 꽃의 發育이 억제된다. 난초의 피해가 가장 심하다. Cowpea, privet, blackberry, 강남콩, 장미는 매우 약하다.

(6) 粉塵

炭素, 시멘트工場 등에서 나오는 여러가지 먼지가 針葉樹, 潤葉樹의 잎에 떨어지면 萎黃, 壞

死를 일으킨다.

4. 被害對策

大氣汚染에 의한 植物의 被害를 輕減하는 方法은 根本的으로 그 發生源인 鑛石이나 工場의 現場에 有毒한 氣를 回收하는 수 밖에 없다. 그러나 設備·資材·勞力 등으로 보아 100% 回收는 어려우므로 어느 정도의 氣發生은 불가피한 때가 많다. 연통을 높인다든가, 集合연통의 設置 및 方向調節, 噴出速度를 빨리하던가, 汚染源이 적은 燃料로의 대체, 作物의 生育期를 고려한 操業時間의 調節 및 短縮 등 加害者側으로서는 大氣汚染의 輕減에 最善을 다 해야 할 것이다. 그리고 交通手段의 발달로 自動車의 급격한 增加에 따라 排氣氣의 防止策도 또한 강구되어야 한다.

한편 耕作者는 汚染源에 대하여 강한 作物의 轉換, 抵抗性品種의 選定, 被害를 輕減하는 栽培法을 적용하여 鑛工業과 被害側인 農業의 調和를 前提로 하여 對策을 세워야 한다. 그리고 都市計劃 및 工業團地의 設定에 앞서 植物에 대한 汚染을 고려해야 하며 當局은 강력한 行政力을 발휘하여 철저한 指導와 監督을 게을리해서는 안된다.

5. 結論

大氣에 의한 農作物의 被害는 그 發生源에 따라 輕減策도 여러가지가 있을 수 있으나 급격한 鑛工業化, 都市化의 촉진으로 더욱 심각한 문제로 대두되고 있다. 그러나 우리나라에서의 農作物汚染에 대한 認識은 鈍感狀態를 벗어나지 못하고 있다 해도 過言이 아니다. 美國의 大統領 直屬機關인 環境保護局, 英國의 環境省과 같이 公害防止行政의 強化에 拍車를 가하고 있음을 우리는 看過해서는 안된다.

그리고 植物病理學徒의 任務는 植物의 健康과 밀접한 관계가 있다. 그들은 이미 寄生菌 및 바이러스로부터 植物을 保護하는 데 큰 貢獻을 한 것처럼 大氣汚染源으로 困한 被害에 대해서도 깊은 關心을 가져야 한다. 植物의 大氣汚染防止를 위한 강력한 行政力을 발휘하자면 우선 被害調査, 環境基準의 설정, 被害發生의 限界濃度 등

의 基礎資料를 갖추어야만 한다. 우리나라에서 農村振興廳에서 이 문제에 대한 단편적인 연구가 한두편 있을 뿐인데, 앞으로 植物病理學者를 중심으로 植物生理學者, 植物化學者 등을 망라하여 綜合的이고 體系의인 調査와 研究가 時急히 要請된다.

參 考 文 獻

1. Darley E.F. and J. T. Middleton. 1966
Problems of air pollution in plant pathology
Ann. Rev. Phytopathology 4 : 103-118.
2. Heggstad, H. E. 1968
Diseases of crops and ornamental plants incited
by air pollutants. Phytopathology 58 : 1809-

- 1097
3. Hepting, G. H. 1968
Diseases of forest and tree crops caused by air
pollutants. Phytopathology 58 : 1098-1101
4. Wood, F. A. 1968
Sources of pland-pathogenic air pollutants. Ph-
ytopathology 58 : 1075-1084
5. 朱吉和, 1967
大氣汚染. 技術협력 10 월호 40-58
6. 朱仁鎬, 1968
大氣汚染과 그 防止策 과학과 기술 1 : 15-20
7. 山添文雄, 涉谷政夫 1969
作物公害의 現狀 農業及園藝 44 : 188-194

