

351
128

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 80 1 2 3 4 5

始



實驗

煙

害鑑定法

林學博士 河合鈿太郎 序文
林學士 鍋木德二
庵原良介 共著

大正
5. 6. 12
内交

大正五年五月印行

序

鑛業の發展、林業の進歩は國家富強の基礎なり、必ず之を講ぜざるべからず、然れども煙害の森林の生育を妨ぐるは世に明白なる事實にして、恰も兩業相容れざるの觀あり、是に於てや、世界各國の識者は學術に、實驗に其眞成の性質を研究する事、多年今や漸く彼岸の曙光を見るに至れり、蓋し本問題は鑛山の性質及森林の情況に應じ解決の道を異にし、俄かに之が臆斷推定するを許さざるなり、殊に害を起すものは富裕なる鑛業主にして、害を被るは貧窮なる農林民なる事多きが故

に、貧富相妬むの私情、壓強輔弱の任俠其間に加はるありて之が爲め煙害の爭論は常に其正鵠を失し、解決其方を誤る事多し、是れ識者の大に遺憾とする所なり、鏑木林學士多年日立鑛山に在り、煙害問題の實地に當り、能く其實情を知悉せり、是に於て乎、其經驗と研究とに基き實驗煙害鑑定法を著し、之を世に公にす、即之を見るに博引廣證議論正確、發明する所少なからず、事に煙害に従ふもの必ず此書に依り得る所あらん、頗る世に推獎するに足れり、予乃ち一言を序し之を世の當事者に介す。

大正五年二月

林學博士 河合鉢太郎撰

凡 例

一、本書中に於ける度量衡は凡てメートル法により左の略字を用ひたり。

- キログラム kg. 或は 瓩
- グラム g. 或は 瓦
- ミリグラム mg. 或は 厘、又は ミ、グ、
- メートル m. 或は 米
- センチメートル c.m. 或は 厘、又は セ、メ、
- ミリメートル m.m. 或は 耗、又は ミ、メ、
- リットル l. 或は 立
- 立方センチメートル c.c. 或は 坵

一、本書中にて外國語又は植物名を片假名にて記せるときは、地名は右側に二線を、人名は右側に一線を、植物名は左側に一線を描き、物名其他は括弧を用ひたり、例へば タイランド、シユレーダー、ポリゴナム、アビキユラレー、インゲン豆、ブナ、モレ

トン「マンガ」等の如し。

- 一、数字を表はす場合、十五乃至二十五と記すべき所は一五—二〇と記し、二時間乃至三時間と云ふ場合は二—三時間と略記したり。
- 一、百分數を表はすには「プロセント」(%)を以てせり。
- 一、亞硫酸瓦斯又は無水硫酸と記すべきを SO_2 又は SO_3 と略記せる事あり、但し分析成績を記載する際は普通無水物として表はす例なるを以て「乾物中 SO_3 %」等と記しあるは、普通の意味に於ける乾物中硫酸百分率の意なり。
- 一、實驗者と其年代を並記する場合は左の例に依れり。

シユレーダ及ロイス氏(一八七九)

ウイラー氏(一九〇二—一九〇三)

- 一、本書著作に際し参考に供せし書籍雜誌等の主なるもの左の如し。

J. v. Schröder u. C. Reuss : Die Beschädigung der Vegetation durch Rauch und Oberharzen Hüttenrauchschaden. 1883.

E. Haselhoff u. G. Lindau : Beschädigung der Vegetation durch Rauch. 1903.

- A. Wieler : Untersuchungen über die Einwirkung Schwefliger Säure auf die Pflanzen. 1905.
- A. Wieler : Die Pflanzenwachstum und Kalkmangel im Boden. 1912.
- C. Reuss : Rauchbeschädigung in dem Gräflich von Tiele-Winkler'schen Forstreviere Myslowitz-Katowitz. 1896.
- Boriarl Borggreve : Waldschäden in Oberschlesischen Industriebezirk nach ihrer Entstehung durch Hüttenrauch. 1895.
- H. Wislicenus : Über die Grundlagen techn. u. gesetzl. Massnahme gegen Rauchschäden. 1908.
- Schröder : Rauchquelle in Königreich Sachsen und ihren Einfluss auf die Forstwirtschaft. 1908.
- C. Gerlach : Die Ermittlung der Säuregehaltes der Luft in die Umgebung von Rauchquellen und der Nachweiss seines Ursprung. 1909.
- K. W. Jurisch : Zwei Denkschriften über Luftrecht. 1910.
- O. Gerlach : Beiträge zur Ermittlung der Holzmassen-Verlustes infolge von Rauchschäden. 1910.
- Th. Grohmann : Erfahrung & Anschauungen über Rauchschäden im Wald und deren Bekämpfung. 1910.
- P. Sorauer : Die mikroskopische Analyse rauchbeschädigten Pflanzen. 1911.
- Dr. Brunnck : Clemens-Winkler's Vorträge und Abhandlungen über Abgase und Rauchschäden 1913.

- K. Haywood : Injury to vegetation & animal life by smelterwaste. 1908.
 K. Haywood : Injury to vegetation by smelter fumes. 1905.
 Cohen & Ruston : Smoke, a studies of Town Air. 1912.
 University of Pittsburg : Outline of the smoke investigation. 1914.
 Ebermeyer : Lehre der Waldstreu.
 König : Untersuchung landwirtschaftlich und gewerblich wichtiger Stoffe. 1911.
 W. Kleberger : Grundzüge der Pflanzenernährungslehre und Düngelehre. 1915.
 W. Pfeffer : Pflanzenphysiologie 2. Auflage. 1897.
 H. Wislicenus : Rauchschiiden. 1912.
 G. Hann : Lehrbuch der Meteorologie. 1914.
 H. Fischbach : Forstbotanik. 1905.
 H. Molisch : Mikrochemie der Pflanzen. 1913.
 Max. Wagner : Pflanzenphysiologische Studien im Walde. 1907.
 A. Hansen : Pflanzenleben. 1913.
 E. Strasburger : Lehrbuch der Botanik. 1900.
 R. Hartig : Lehrbuch der Pflanzenkrankheiten III. Auflage. 1900.
 Macmunn : Spektrum analysis applied to Biology & Medicine. 1914.
 Clemens Winkler : Lehrbuch der Technischen Gasanalyse. 1901.

- W. Hempel : Method of gas analysis. 1912.
 E. Rammann : Bodenkunde. 1911.
 Russel : Soil conditions and plant growth. 1912.
 R. Willstätter : Untersuchungen über Chlorophyll. 1913.
 L. Jost-Gibson : Plant physiology. 1907.
 W. E. Branchley : Inorganic plant poisons and stimulants. 1914.
 Harberlandt-Drummond : Physiological plant anatomy. 1914.
- 鑛山懇話會編 鑛毒調査資料 大正元年
 鈴木梅太郎氏著 鈴木植物生理化學 明治四十四年
 三好學氏著 最新植物學講義上,下
 鈴木千代吉氏著 煙害論 大正三年
 關根恒三氏譯 ヘルトラン氏生理化學實驗法 大正四年
- Ranch und Staub.
 Tharander forstlicher Jahrbücher.
 Zentralblatt für das gesammte Forstwesen.
 Die Landwirtschaftlichen Versuchstationen.

Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten.

Botanische Zentralblatt.

Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik.

Mitteilungen a. d. Königl. Sachsischen forstlichen Versuchsanstalt zu Tharandt.

Naturwissenschaftliche Zeitschrift für Forst und Landwirtschaft.

植物學雜誌

大日本山林會報

大日本鑛業會誌

自 序

煙害に關する歴史は遠く西曆紀元前石炭の始めて使用せられし當時より始まりしは疑なしと雖ども、緊要なる問題として社會の注意を喚起したるは遙に降りて第十四世紀初葉エドワード第二世の御代、英國首府倫敦に於ける委員會創設を以て其濫觴なりとす、爾來歐米各國法律を制定して煙害の豫防に勉めたりと雖も、前世紀の後半より製造工業及製煉業の勃興發展と共に益々必要の事項となり、今や一般社會問題として學者經世家の眞摯なる研竅論議を促すに臻れり、本邦にありては本問題は尙未だ地方的問題の範圍を脱せざるが如く、纔に一部識者の注意を惹起せるの狀なれども、最近各種製造工業の進展及鑛業

の獨立に従ひ、遠からずして一般社會問題として考攻せらるべき機運に向ふ可きは識者の既に認知する所なり。

著者は數年來日立鑛山に職を奉し、煙害賠償の實務に當り傍ら實驗研究の機會を得て所謂煙害問題の眞想を窺ふを得たり、而して忌憚す可き葛藤紛擾が煙害に關する智識の低級なるに胚胎すること頗る多きを知悉し、殊に煙害に關する邦文書の殆ど皆無なるは倍々此缺陷を深からしむるものなることを遺憾としたり、依て茲に菲才淺學を顧みず煙害鑑定の梗要を綴りて現下の一助たらんことを期す、蓋し無謀の企擧なりと雖も之によりて多少世を裨益することを得、且つ先輩諸士の批正を乞ふを得ば著者の最も幸甚とする所なり、茲に一言斷り置きたきは著者は上述の職務を離れ、純然たる學術的見地に立ちて本論を

草するの自由を得たることは是なり、讀者幸に是を諒せよ。

本書出版に當り農科大學教授河合林學博士より特に序文を寄せられたるは著者の甚だ光榮とする所なり、茲に謹んで謝辭を述べ、又著作に際し獨塊交戰國諸學者の文献を參照抄録したるもの多し、併せて茲に甚深なる感謝の意を表す。

大正五年二月

著者誌

實験煙害鑑定法目次

緒言

煙害の定義—狹義の煙害—都市煙害と鑛山煙害

前論

第壹章 有害成分の主體

排煙の組成—有害成分に關する諸説—硫酸水及亞硫酸水の被害—有害成分の主體は排煙中の亞硫酸なり—亞硫酸の被害に關する諸實驗

第貳章 有害成分の發生

第壹節 含硫鑛石の製鍊による亞硫酸の發生
製鍊法梗概—鑛石中の硫黃分—硫黃分の分化—排煙の擴散—製鍊所附近の雨水—降雪

第貳節 石炭の燃燒による亞硫酸の發生……………四四
石炭中の硫黄分—燃燒による硫黄の分化—都市空氣中の酸量—煤の組成—都市の降水—都市の靄霧

第參章 酸氣が葉を侵害する作用に關する諸説……………六三

侵害に關する諸説—被害の度と亞硫酸吸收の度は一致せず—氣孔と酸瓦斯吸收との關係—酸の接觸と蒸散作用との關係—同化作用との關係—呼吸作用との關係—冬期の煙害

第四章 被害現出と諸因子との關係……………八七

立地的關係—溫度との關係—濕氣及降水との關係—光線との關係—風との關係—地形との關係

第五章 被害現出と酸の濃度……………一〇〇

外界の事情、植物の生育度其他により大差あり—被害極限值に對する諸學者の説

第六章 インエクチオン……………一〇七

「インエクチオン」の解—シユレトダリ氏實驗—ウイラー及ネーグトリ氏の論駁—ネーグトル氏實驗—ウイラー氏實驗及解説

第七章 煙害徵候の發生……………一二七

煙害徵候の種別—種別上の基礎觀念—種別に關する諸種の定義の蒐集—諸説の批判—著者の定義—被害徵候發現の狀態—各種植物の葉に於ける被害徵候

第八章 植物の耐煙性……………一四一

植物の抵抗力—耐煙性は諸種の事情により差あり—耐煙順位の諸種の調査例—植物に耐煙度の差を生ずる原因

第九章 煙害地域の區劃……………一六三

被害圈—被害圈の成因、區分並に變遷—被害圈の大きさ及形狀—被害圈の區分例

本論

..... 一七〇

第拾章 煙害鑑定法の種類

..... 一七〇

第拾壹章 肉眼鑑定法

..... 一七二

徴候に就ての觀察點——罹害後の時期の経過と徴候上の差異——煙源附近と遠隔地と徴候上の差異——鑛塵の害——病蟲害との辨別——凍害又は霜害——自然落葉と煙害による早期落葉——鹽化水素其他有毒瓦斯の被害徴候——樹幹及樹姿等による鑑別點——人工煙煙法

第拾貳章 實況判斷法

..... 一八二

實況判斷法の内容——被害現出の時日の決定又は想定——實地調査——被害植物の分布及種類の調査——耐煙順位の對照——檢知植物——檢知植物に備ふべき要件——比較調査

第拾參章 化學分析鑑定法

..... 一九三

第壹節 鑑定上化學分析の價値

..... 一九三

第貳節 硫酸分の檢定

..... 一九五

煙害徴候上の區別——正常植物葉中の硫酸量の含量偏差大なり——立地的關係より來る偏差——葉の生育期による偏差——葉の着生年次による偏差——農作物の品種による含硫量の差——葉の部分による硫酸分の含量の差——被害葉に於ける降水の洗滌作用——煙源よりの距離と葉中硫酸含量との關係

第參節 煙害葉中亞硫酸の檢出

..... 二四六

ウイラー氏の說——鑑定上の價値——ウイラー氏の實驗——著者の實驗

第四節 被害葉中水溶硫酸分の増加

..... 二五九

第五節 被害葉中灰分の増減

..... 二六二

第六節 被害葉中灰分の鹽基度の減少

..... 二六六

目次

五

第七節 被害葉中石灰の消長……………二六九

第八節 煙源附近の植物體より重金属成分及砒素等の檢出……………二七二

第九節 土壤成分の檢定……………二七八

土壤に無害なりとの説——有害なりとの説——著者の實驗——鑛山附近の實例——土壤中酸の蓄積——實例——土壤中重金属成分の檢出及定量——實例——煙源附近にても植物の生育を停止する程有毒成分を有せず

(附) 鹽化水素による被害植物の分析例……………三〇四

第十第四章 顯微鏡檢索法……………三〇四

第一節 煙害葉檢定に顯微鏡應用の範圍……………三〇四

ハルチヒ氏の研究——ラーマレ、ボルグレイプ、ウイラー氏等の論駁——ゾラ、ウエル氏、ラーマン氏の研究……………三〇九

第二節 組織變化の一般……………三〇九

内部組織の變調——ハゼルホッフ及リンドウ兩氏の實驗——ウイラー氏實驗……………三〇九

慢性被害葉の組織上の差

第十第五章 理學的鑑定法……………三一七

第一節 葉綠素溶液のスペクトル分析……………三一七

第二節 被害葉の脆性……………三二五

第十第六章 空氣中酸氣瀰散狀態の測定……………三二八

慢性被害と酸瓦斯測定——空氣分析の嚆矢——オスト氏、パリタ旗法——ウイ、スリツセヌス氏實驗及結論——各種の作業より發生する酸瓦斯の量……………三二八

第十第七章 煙害による生長阻害……………三四一

第一節 林木の材積損失……………三四一

同化器官の障害と生長阻害——材積損失量測定——實例——著者の實驗……………三四一

第二節 農作物に對する收量の減少……………三四一

測定の困難なる所以——一二煙煙試驗成績……………三四一

第十第八章 各種原因より來る植物の變調……………三七〇

寒害(凍害)——熱害——風害——光線の過不足——土中養分の過不足——土中水分の過不足——病害——蟲害——潮風焚火の害——煙害徵候と自然落葉との差別

(附録) 煙害研究に關する分析法……………三九二

第壹節 大氣中の酸氣檢定法……………三九二

一般——亞硫酸瓦斯定量法——硫酸定量法——布片檢定法

第貳節 植物材料に關する分析法……………三九九

全硫酸量の定量——水溶硫酸分檢定——煙葉又は被害葉より亞硫酸の檢出灰分の定量——灰分鹽基度の定量——砒素の檢定——鹽素定量——弗素の定量

第參節 土壤分析法……………四〇九

砒素檢定——全銅分定量——土壤中硫化物若くは有機態の硫黃定量法——鉛、銅、亞鉛の分離定量

第四節 鑛石分析法……………四一三

硫黃定量——砒素定量

第五節 鑛塵分析法……………四一五

遊離硫黃檢定法——化合硫黃檢定法——鉛、銅、亞鉛の分離定量

第六節 石炭中硫黃定量法……………四一八

全硫黃定量法

實驗 煙害鑑定法 目次 終

實煙害鑑定法

林學士 楠木徳二
庵原良介 共著

煙害の定義



普通煙害 (Ranch-fumigation) なる名稱の下に包括せらるゝ現象の範圍は、頗る漠然たるものにして學者により廣狹各種の解釋行はる。

ウオズリセヌス (Wilsicenus) 氏は、廣義の煙害として人類、動物、植物及其他の有機物に對する煙工業排泄瓦斯、飛散性灰分、タール、煙霧等の損害を擧げ、狹義の煙害とは有害瓦斯、蒸氣、酸霧等による有用植物の被害若くは植物生産の減退を意味すとなせり。

著者は、嘗て狹義上の煙害として左の如く定義を降したり。

緒言

石炭を燃料に供する各種の工場、汽罐車の排煙及金屬製鍊所の煙突より放出する煙中には、有毒酸氣及有害固形成分を含有し、是等成分が或濃度及分量を超過し植物體に一時若くは連續作用するときは、植物生長器官就中葉を侵害して生長機能を阻害し遂には全植物を枯死せしむ、斯くの如きを狹義の煙害と稱す。

依是觀之、多數の工場煙突を有する都市に煤煙問題の喧轟を極むる所以又金屬製鍊所及其他の工場附近に於て煙害問題の旺に抗爭せらるゝ所以を解するを得べし、然も等しく煙害と稱すと雖ども此兩者の場合に於て自ら多少の區別あるを知らざるべからず、即ち著者の信ずる所によれば前者は主として空氣の汚濁より來る人類、建造物、庭園植物其他有價物件の緩漫なる損害影響を問題とするに對し、後者は多く山林農作物の急激なる被害及斷續的に襲來する硫煙の植物に對する緩漫なる生長阻害を問題とするものなり。

本書に於ては主として後者に屬する煙害を論じ、其鑑定上の必要條件に關し稍詳論せんとするものにして、一般的の事項に就てはこれを他日に譲らんと欲す。而して其植物に對する排煙の障害に就ても二様に考へ得るものにして、一は排

煙中の固形成分による機械的障害(Mechanische Beschädigung)にして、他は排煙中の酸瓦斯成分に基く化學的障害(Chemische Beschädigung)なり、而して此化學的障害作用にも植物の罹害經路より觀察して直接と間接との區別あり、前者は一般に學者の稱導せる所にして後者は最近ウイラー(A. Wierler)氏に依りて主張せらるゝ土壤惡變説の如きを謂ふなり。

本書は其前論に於て有害成分就中亞硫酸の植物體に及ぼす害作用の一般を舒説し、本論に於て諸種の煙害鑑定法に就き論述せんと欲す。

前 論

第壹章 有害成分の主體

金屬製鍊所の排煙諸工場の煙突より排泄せらるゝ煙中には諸種の瓦斯成分及之に隨伴せる固形成分を有し、其數甚だ多く又其煤煙發生の原因等より著しく内

容を異にするものなれど、其普通に検出せらるゝものは凡そ左の如し。

(A) 瓦斯體(微細粒化せる液體をも含む、是れ等は所謂酸霧を形成す)

一、生理的に無害なるもの。窒素、酸素、無水炭酸、水蒸氣、酸化炭素。

二、有毒なるもの。無水亞硫酸、無水硫酸、鹽化水素、硫酸。

(附)特殊なる場合に存在するものにて非常に有害なるもの。鹽素、弗化水素、珪化弗素、珪弗化水素、硝酸、ニトロソ化合物。

稀有の場合に發見するもの。二硫化炭素、硫化水素、有機アミン類、プロウム、シヤン、ロダン、アンモニア。

(B) 煙中に誘導せらるゝ固形體並に蒸溜性物質

一、炭煤の微粒。微量のタール、アンモニア、鹽化物等を含めり。

二、飛散性鑛粉。鑛石粉末、遊離硫酸、硫酸鉛、硫酸銅、硫酸亞鉛、其他金屬酸化物

三、昇華性物質。砒素、硫化砒素、亞砒酸

四、蒸溜性物質。タール、ピロール、ピリヂン、クレオソート、其他芳香族炭化水素

之等多數の成分中、何れが植生に對して害作用をなすものなりやの研究は多く

有害成分
に關する
諸説

の學者により試みられたり、而してモーレン (Morren)、ステックハルト (Stöckhardt)、シュレ
ーダー (V. Schröder)、シュニットヂュモン、ド、シュミツ-ダムン、ゾラウエル (Sorauer)、ウエーマ
ー (Welmer)、オスト (Ost)、ブローマン (Balmann)、ウイラー (Wieler)、ハゼルホッフ及リンドウ (Hase-
eloff u. Lindau)、ウイスリツセヌス (Wislicenus) 諸氏は多數の研究より、亞硫酸瓦斯を以
毒成分の主體となしたり、然れども學者により多少意見を異にするものあり、或は
亞硫酸よりも硫酸又は無水硫酸の害を大なりとし、或は製鍊所排煙中の飛塵を以
て最も恐るべきものとなせるものあり、今少しく是等の諸説を略述し最後に著者
の見解を述べんと欲す。

一、エバウフ (Ebinger) 氏は鑛石製鍊所の煙害は飛散性鑛物分を完全に除去するによ
りてよく之れを免れ得べしとなしたりと雖も、未だ承認せらるゝに至らず。

二、ツルナー及クリスチゼン (E. Turner und R. Christesen) 氏によれば鹽化水素は無水亞
硫酸よりも遙に被害強烈なりとなし。

三、フレイターグ (M. Freytag) 氏は無水硫酸及鹽化水素は亞硫酸瓦斯よりも一層有
害なりとし且附言して曰く鑛煙中に含まるゝ無水硫酸及鹽化水素は出來得る限

り充分に凝縮せざるべからずと、然るに氏は是等瓦斯の一定量の作用を比較研究したるものにあらずして、單に煙害地に於ける觀察より歸納したるに過ぎざりき、即ち氏の考へによれば、濕天及葉の潤へる場合に、之等の瓦斯の沈積し來るは鹽化水素最も速かに、硫酸之に次ぎ無水亞硫酸を水が吸收する量は僅かなるを以て其害作用は前二者より少なりとせしなり、然るに此説は亞硫酸瓦斯の植生に對する有害作用は單に水の媒介による場合のみを假定せしか、或は無水亞硫酸の形にては能く久しく空中に浮游して無害度に瀾散し終るものなりとの持説なりしならんも、是れ謬見と稱すべし。

四、アングス、スミス (Angus Smith) 氏は亞硫酸瓦斯は害最も少なく、無水硫酸最も害強く鹽化水素は其中間に位すと述べたり、但し之に關する實驗法は次に其概要を掲記するが如く、水生植物を一定容量の器に入れ其器内に同一濃度の三種の酸液を注ぎ、悉く葉緑組織が分解せらるゝ遲速を觀察し、是れより排煙中の酸類の場合を歸納したるものにして其根柢に於て誤れるものなり、之に關しては尙後に記載する所あるべし、スミス 氏は其實験に於て各一「リットル」の水中に酸を三 c.c. 宛注加

せるに、硫酸區にては葉緑素は三分十五秒にして全部褐色に變じたるに、鹽化水素區にては九分を、亞硫酸にては三十分以上にして同様の變色を顯はしたるを以て、亞硫酸が其害最も微弱なりと説きたるものなり。

五、リチャードソン (Richardson) 氏は二萬五千ツォルの小なる實驗室にて各種植物の鹽素、亞硫酸、鹽化水素の種々の量に對する影響を試験し、鹽素は最強最速に植物を破壊し、次に亞硫酸とし、鹽化水素は害作用の速度及程度は最下位なりしと云へり、デNSTETT (M. Dennstedt) 氏曰く排煙の有害度を論ずる際には亞硫酸よりも硫酸の存在に多く注意を拂ふ要あり、其所以は植物は亞硫酸よりも硫酸の爲め被害を蒙る事多く、且つ普通石炭燃焼爐より左程遠隔せざる個所にては、既に微量なる亞硫酸が甚著なる害をなす事は想像し能はざればなりと、其後一九〇九年ヘルビイグス (Herbigs) 氏は應用化學雜誌上に於て實驗的に此見解の正統なるを證したりと聞く。

七、ルスノブ (P. v. Rusnov) 氏は一九一〇年奧國森林試驗部報告中に、デNSTETT、アレ、ンス (C. Ahrens)、テルナー (W. Thurner)、ハスラー (E. Hasler)、ハセルホフ、リンド、ノ、諸氏の意

見を参照し、空氣中濕氣多き場合のSO₂はSO₃に變じ易き爲めにSO₃の害大なりと考へ、SO₂の害作用は決して看過す可きものに非らずと論じたり。

今是等多くの説を見るに各觀察點の如何により種々の解釋を與へたるものにして、一般的に空氣中には何瓦斯の幾何量が放出せらるゝやを主題とせず、單に某酸瓦斯の有害度を比較せるに過ぎず、從て實際問題としては價值甚だ尠なきの觀なくんばあらず。

次に假りに空氣中に硫酸と亞硫酸と鹽化水素とが同一煙突より同量に排泄せらるゝ場合を假定し、其何れの成分が最も害作用大なりやを吟味せんと欲す。

八、此點に關して嘗てシュレィダー及ロイズ(J. v. Schröder u. C. Reuss)氏は次の如く云へり。

硫酸と鹽化水素は煙突の近接地區に濃縮し獨り亞硫酸氣は遠隔地に吹送せらるべし、故に煙突附近の植物は硫酸及鹽化水素に比較的多く接觸し、其害作用は肉眼に入り易く恰も其害度の大なる觀あらんも、亞硫酸は長く空氣中に支へられて遠方に輸送せられ茲に害作用を逞ふし、却て其被害作用の合計は、少くも森林に對

しては同一量の鹽化水素及硫酸の被害の合計よりも遙かに大なるべしと。

九、シュレィダー氏は亞硫酸と硫酸との同一濃度を用ひて煙煙實驗を試み、亞硫酸が硫酸よりも強烈に害を爲すの事實を示せり。

硝子箱中にて、交々同量の亞硫酸及硫酸を用ひ煙煙を行ひたる結果は次の如し。

	濃 度	亞 硫 酸	硫 酸
山毛櫸 第一號	一萬六千分一	被害微候顯著	健全
同 第二號	五千三百三十三分一	同	同
同 第三號	千分一	同	被害微候顯著
縦	千分一	同	同

山毛櫸第一號第二號にては亮に亞硫酸の害優れるを看る、次に山毛櫸第三號及縦の硫酸處理のものを分析して乾葉中の硫酸量を索めたるに左の如し、

	試 驗 前	亞硫酸煙煙後	硫酸煙煙後
山 毛 櫸	〇、二三七六	一、〇四七五	一、〇四一八
縦	〇、一九〇五	〇、二七九一	〇、二七三九

山毛櫸第三號及縦の被害微候には殆んど何等の區別を認めざりしも、分析の結果によれば硫酸は亞硫酸よりも被害作用少なきを示すが如し。

硫酸水及
亞硫酸水
の被害

一〇、ネーゲル及ラーコン(F. W. Neger u. G. Lakon)兩氏の同化作用に及ぼす酸液の影響の結論によれば、亞硫酸瓦斯は硫酸よりも甚だ稀薄なる濃度に於て有害作用をなす、これ恐らくは其還元性及「アルデヒド」との結合性強きによるなるべしと。
一、著者は氣狀亞硫酸と酸霧狀なる硫酸の同一量の被害作用に就て實驗せんと試みしも、理想的に酸霧狀なる硫酸の生成に幾多の困難を感ぜしを以て、亞硫酸水と硫酸水液との致害作用の比較を試みたり。

最初千分一、五千分一、一萬分一等の濃度に於て亞硫酸水、硫酸水を作り噴霧器を用ひてアメリカヤマナラシ、大島櫻等の葉に日光下にて撒霧せしに、數時間の後硫酸水の千分一區には葉上に明かに被害を認めしが其他の區に於ては毫も被害を認め能はざりし、即ち噴霧器を用ひて之等酸水を撒布する場合を考ふるに、亞硫酸水の場合に於ては著しく亞硫酸瓦斯の揮散を誘起し易きに、硫酸は揮散する事なくして、植物に達し、蒸發によりて濃厚となり侵蝕徴候を生ぜしものなるべし。

其後林木の各種に就て此種の實驗を試みたるに一般に硫酸の被害徴候の現出大なりし、然るに昨年農作物に就て同様の實驗を試み稍異なる成績を得たり。

大正四年三月、左の酸液をポット植の大麥葉上に撒霧し、其被害の狀況を検せしに亞硫酸區、硫酸區共に百分一、及千分一にて被害徴候を現出し、其被害の度は百分一區にては亞硫酸水區の大なるを見たりし、蓋し亞硫酸水は噴霧せられて植物に達し其一部は亞硫酸瓦斯として強烈なる作用をなせるにあらざるなきか、

亞硫酸水	百分一區 (五〇ccを用ふ)	噴霧後八時間にして被害表はれ、被害の度は葉の面積に對し二〇%なり
同	千分一區 ()	甚だ輕微なる被害ありしのみ
同	五千分一區 ()	被害現出せず
同	一萬分一區 ()	同

硫酸水も同様なりしが百分一區の被害は葉面積に對し一五%にして、亞硫酸より輕く其他は差異を認めざりし、其後數回又類似の成績を得たり。

亞硫酸の可成濃厚なる水溶液を植物葉上に撒布するも被害徴候を出さざる事に就きてはフレーターグ氏の實驗あり、即ち植物生長期間一日二回〇・〇四%の亞硫酸又は〇・〇五%の硫酸を葉上に灌注して害なかりしとなし、又別に燕麥、小麥、豌豆等に就て〇・〇四%—〇・〇八%の亞硫酸、〇・〇五%—〇・一%の硫酸水を注ぎしも格別の害徴なく、只夏期に於て蒸發の盛んなりし時多少損傷せらるゝを見たりと、

又亞硫酸水が林木に被害を出さざる著者の實驗に類似の成績は、スタールシュミット (Stahlschmidt) 氏の報告により見る事を得たり。

氏は、著き晴天に榲、白楊、榛の叢林、山毛櫸、柳、忍冬の一種馬鈴薯、燕麥、羊齒、ヒース、クロイチゴの葉に純粹なる亞硫酸の〇・四%の水溶液を撒霧狀に振り掛けたるに、急速に蒸發したるを以て五回連續撒布したれども遂に被害徵候を表はさざりしと、而して蒸溜水を以て注意して葉を洗滌したりしも亞硫酸の存在を認めざりしと云ふ。

有害成分の主體は排煙中の亞硫酸なり

以上所掲の諸説を綜合するに、亞硫酸の有害作用は最も強烈なりとなさざるを得ず、殊に煙突排氣中には亞硫酸を含む事通例最も多く、他の有害成分は甚だ微量に過ぎざるを以て、特殊の場合を除く、煙害の主成分を煙突排氣中の亞硫酸瓦斯に歸するは所以なきにあらず。

只此所に問題として攻究すべきは煙突排氣中に包有せらるゝ亞硫酸瓦斯は空氣中の多量の濕氣と結合して更に酸化し、或は大氣中の諸種の酸化元の作用を受け又は排煙中の飛塵の接觸作用等の爲めに早晚多少の硫酸を生成すべきは研究

者の夙に考ふる所にして、又野外瓦斯分析の結果も此考察の眞なるを指示するに似たり、即ち所謂亞硫酸瓦斯の煙害も一部硫酸による害を包有すべきを思はざるを得ざるなり。

更に又亞硫酸瓦斯が植物に作用する場合氣孔に入りて、此所に同化生産物たる發生機の酸素に作用せられて硫酸又は無水硫酸として侵害作用をなす者なりや、或は亞硫酸として細胞内に入り直ちに原形質或はアルデヒドに作用するや又は或種の鹽基と結合し其際硫酸鹽に變ずるやも明かならず、研究すべき問題とす。以下少しく亞硫酸瓦斯を用ひて行はれたる被害實驗の記載を試むべし。

一、ステックハルト (Stöckhardt) 氏は亞硫酸の被害に就て詳細に實驗せり、氏は樹姿の整へる八年乃至十二年生の唐檜を取り、硫黄を燃焼して得たる約六千分一内外の亞硫酸を含める空氣中に置きしに、約二時間にして葉の先端部の綠色は黃褐色を帯ぶるに至り、更に再三亞硫酸を接觸せしめたるに、毎回葉端部の黃變を加へ、遂に落葉するを見たり、而して黃變せる針葉を分析せしに、最初は明らかに亞硫酸の存在を見たるも、暫時にして其跡を絶ち、全部硫酸に變化せるを知れり、而して乾枯葉

亞硫酸の被害に關する諸實驗

百分中硫酸の量は〇・四〇五％に達したりしも、青葉中には〇・一二二％に過ぎざりしと、而して是等の被害木は年内に多少の貧弱なる枝葉を發生し翌春に至り猶良く生育するを視たり、第二回の試験には二硫化炭素の酒精溶液を燃焼して約一萬八千分一の濃度の亞硫酸を作り、早朝葉面に尙露滴を帯ぶる頃に煙煙したり、然るに前回同様反覆煙煙するに従ひ次第に被害徴候を増進し畢に落葉するに至れり、第三回實驗は六萬分一の濃度を用ひたりしに長く被害の外觀を發見せざりしが、第四十二回目の煙煙の後始めて僅かに其黃變せるを見たり、然るに其の後天氣の濕潤となるや其の黄色の度は大に鮮明となり、試験の初期は濕氣少なく乾燥せり、第五十六回の煙煙をなすに至り同樹の上半部は黃變し盛んに落葉するに至れり、第四回の試験は八萬分一の濃度と爲せしに濕氣ありしに拘らず第二十回までは被害徴候を出ださざりし。

二氏は更に斯かる濃厚なる亞硫酸は煙害地に於て遭遇すること無きを思ひ、實際に適合せしむる爲めに百萬分一の稀薄濃度に於て實驗を行ひたり、試験植物は四年生唐檜にして莖葉の一部は濕潤に保ち他の一部は乾燥ならしめ、之を一時間乃

至三時間宛煙煙し四ヶ月五月十一日より八月十一日に至るに亘りて總數三百三十五回に及べり、即ち

五月に於て五十三回 九日間に分ちて行ひたり、
 六月に於て百二十七回 廿四日に分ちて行ひたり、
 七月に於て百二十一回 廿一日に分ちて行ひたり、
 八月に於て三十四回 六日に分ちて行ひたり、

然るに濕潤區の葉は六月中旬には既に早く其の先端褐色を帯び始めたるに反し、乾燥區のものは其後一ヶ月を經過して七月中旬以後に至り初めて褐色調を表はすに至れり、而して何れの部分にありても一度變色始まるや漸次に其の範圍を擴張し、遂に八月十日頃に至りて針葉全部褐色となりたるを以て此所に煙煙を中止せり、爾後十月下旬まで雨除けを設けて外氣に晒し、管理に勉めしも更に元氣恢復する事なく日を逐ふて萎微し遂に枯死するに至れり、然るに比較標準區は始終健全を保持し實驗最後に葉を分析せる結果を見るに、乾物百分中硫酸の量は被害葉にありては〇・七二％なりしに健全葉は〇・二四％に過ぎざりき、依て氏は此實驗

の結果より空氣中の亞硫酸が非常に稀薄にして短時間の接觸にては決して植物の生育に影響を與へざる場合にも、連續長期に亘り作用する時は遂に被害を與ふることも恰も濃稠なる亞硫酸の短時間の接觸の場合と何等異なること無しと結論したり。

三氏は又同様の稀薄度にて次の實驗を試みたり、即ち五年生の唐檜四本を取り五月三十一日に始まり引續き七十二日間に合計五百八十三回燻煙を行ひ、且つ實驗中は常に葉面に撒水を怠らざりしが、七月二十九日に至りて梢端に變情を呈し始め、葉は一般に生色を減じ八月五日以後多少落葉を始め、六日には陽光に面せる部分の被害針葉は黄色となり日一日その度を高め來れり。

尙一年生葉以外古葉にも褐色を呈せしに、標準植物の屋外に置きたるものは全然健康を保持したり、今此等樹葉の分析結果を見るに左表の如し。

第一號樹の落葉	SO ₂	灰分	灰分百に對するSO ₂
○、五七八	五、八七	九、八五	
第四號樹の被害葉	○、五〇九	五、五四	九、一九
第三被害葉	○、五一九	四、七二	一一、〇〇

被害葉平均	SO ₂	灰分	灰分百に對するSO ₂
○、五三五	五、三八	九、九四	
標準葉	○、二七六	四、九一	五、六二

又古葉と新葉とに區分し更に其各の被害葉と無害葉とを分析したるに乾物百分中の成績左の如くなりし

一年生	被害葉	SO ₂	灰分	灰分百に對するSO ₂
被害葉	○、五二八	三、九七	一三、三〇	
無害葉	○、二八〇	四、五二	六、一一	
二年生以上	被害葉	SO ₂	灰分	灰分百に對するSO ₂
被害葉	○、五一二	五、四〇	九、四八	
無害葉	○、二七二	五、二八	五、五一	

即ち稀薄なる酸氣も長期に涉りて作用する時は被害作用を行ふことを知るべし。

四氏は又馬鈴薯、燕麥、苜蓿及雜草に就て圃場に直接硝子箱を覆ひ、四萬分一の亞硫酸を通ずる事二時間の後箱を取り去り外氣に曝したるに、一回の燻煙にて既に被害徴候を現はし葉面に褐色部を生じ更に燻煙を繼續し五回乃至六回にて葉は全部褐色に變ぜるを見、更に濃度を稀釋にし六萬分一にて十五回乃至二十回燻煙し

たるに、何れも葉の先端に褐色を表はし枯損するを見たり。

五、シュレロダー及シュミット、ヂュモン(D. U. Schröder u. Schmitz-dumont)氏も又亞硫酸が植物の葉を侵害する事を明かにせり。

氏は左の四ヶの區分を設け研究をなせり。

- (A) 枝葉のみ亞硫酸と接觸せしめたるもの、
- (B) 枝葉及土壤に亞硫酸を接觸せしめたるもの、
- (C) 亞硫酸をA、Bに使用したると同一の分量に於て、水に溶解して土壤に灌注せるもの、
- (D) 標準として亞硫酸を作用せしめざるもの、

試驗に用ひたる植物は唐檜、松、菩提樹、楓の四種なり。

唐檜は四—五年生のものを五月中旬植木鉢に移植したり、實驗に用ひたる亞硫酸は六月三日には二萬分一、六月四日には一萬分一、六月五日、六日、七日の三日間には、五千分一を撰みたり、然るに早くも六月六日にはA、B、兩區は枝葉多少生色を失ひ同日夕刻に至り、特にA區は嫩芽懸垂し針葉青灰綠色に變じ、尙二年生以上の古

葉も大に其光輝を減じたり、但し、B區は其變狀A區より弱くC區は何等の變調を認めざりし。

七日には針葉の被害益々其度を加へ、十二日に至るまで多量の落葉を爲したり而してA區はB區より程度著しかりき、其針葉及土壤を分析したる結果は左の如くなりし。

	針葉中		土壤中SO ₃
	灰分	灰百分中SO ₃	
A	〇、五八二	一〇、一六	〇、〇一九九
B	〇、四三八	七、四七	〇、〇一八六
C	〇、四三七	五、六七	〇、〇二四二
D	〇、四〇七	五、六〇	〇、〇一八四

松は三年生を撰び其一部は五月上旬ポットに植ゑ込みてC區の試験に供し、他の一部は〇五米の距離に圃地に栽植してA、B試験に供したり。

A、B兩區は二萬分一の亞硫酸濃度にて六回處理し、C區は其二倍量を水に溶解したるものを灌注したり、斯くて第三回目に至りてA區尖端部の枝葉は早く既に

衰弱の徴を現し、第六回目燻煙に至りA區最下枝の針葉は赤色を呈したるが、孰れも新葉に甚だしく古葉の被害輕微なりき、B區は只枝梢の尖端のみに於て害兆を表はし、C區は生長の外觀D區と何等の差異を認めざりき、分析の結果左表の如し、

區	年	葉	SO ₂		灰分	灰分百に對する硫酸分
			濃度	百分		
A	一年	生葉	〇、三七二	三、三三	一一、一七	
	二年	生葉	〇、三五三	三、九八	八、八七	
新舊葉混合			〇、三六六	三、五五	一〇、三一	
B	一年	生葉	〇、二四四	三、〇五	八、〇〇	
	二年	生葉	〇、二三八	三、八二	六、二三	
新舊葉混合			〇、二四三	三、三五	七、二二	
C	一年	生葉	〇、三一四	三、三九	六、七六	
D	一年	生葉	〇、二二九	三、五三	七、五六	
	二年	生葉	〇、二六六	三、四四	七、一一	
新舊葉混合			〇、二三八	三、四四	七、一一	

菩提樹は三年生を撰び亞硫酸濃度は一萬分一としたり、A區は第一回の燻煙後直ちに其葉は黄色を呈し、其甚だしきは全然生色を失ひたり、B區は其害A區に比

し遙かに少なく、只僅かに七枚の葉に斑點を生ぜしに過ぎざりき(葉數二十八枚乃至百八枚の内)其後A、B共漸次變色の程度進行し葉は赤褐色を帯びしも、C區はD區と共に健全なりき。

楓は高さ四五—五七纏にて葉數三〇—四三枚を有するものを用ひ二萬分一にて燻煙せり、燻煙の初日に於ては特に被害の兆候を認めざりしも二日目以後稍々徴候を表はし三回目の燻煙よりA區の斑紋著しく鮮明となり、葉面の一部は黄色を帯ぶるに至れり、B區も同様に被害ありしが、A區に比すれば大に其鮮明の度を缺きたり、其後の経過又他の場合の如くA、B、兩區共に被害葉は漸次赤褐色を呈したるがC區は何等徴候を呈せざりき。

シュレィダー氏等の右の實驗に由り亞硫酸が植物に有害作用をなすを明かにし、且つ同時に其被害は空氣中の亞硫酸が直接植物の葉を犯すに依つて生ずるものなる事を明にせり。

六、ツルネル及クリスチゼン(Turner u. Christisen)兩氏は一千分一(〇・一%)の亞硫酸を含む空氣中にて、木犀を晒したるに二時間にて葉は既に生色を失ひ捲縮するを

見たり、而して恰も秋季將に落葉せんとして枯凋に趣くときの情態に髣髴たりしと云へり。

七、パツペンハイム (Pappenheim) 氏は亞硫酸を含有する硝子鐘内に小麥、豌豆、蠶豆等を入れて實驗せり、但し此際亞硫酸の發生は單に硫黃を燃燒するか、或は亞硫酸溶液を熱砂に注ぎて得たるものにして濃度等は不明なりき、氏は更に他の植物に就ても同様接觸試験を行ひ、亞硫酸瓦斯は單獨にて葉面に接觸するも決して是を害するものにあらず、必ずや水分の共存を要するものなるを説きたり。

八、ステックハルト 氏の實驗せる稀釋亞硫酸の反覆接觸が植物を害するの說に對し、フレイターグ 氏は疑を抱き之を反證せんと欲して行ひたる多くの實驗成績は、却つてステックハルト 氏の說を是認せるの感あり。

又シュレীগー 及 シュミットジユモン 氏の次の實驗は明かに ステックハルト 氏の說を確むるものなり。

氏は三年生の唐檜を稀薄なる濃度にて(嗅覺を感ずる程度)一〇九回燻煙を行ひしが、健葉多かりしも老葉には多少衰弱の徴を表はせり、其被害葉及健全葉を採り

て分析したるものは明かに被害葉に硫酸分多きを示せり。

試驗終了當時		試驗終了後七日	
被害葉	標準葉	被害葉	標準葉
〇、八八三	〇、三九三	〇、九七八	〇、二八七
三七、七〇	三、六九	〇、八三九	三、四六
		〇、四一五	三、六九

次に三年生の松に就て同一濃度にて同様の實驗を行ひたるが、二〇回の燻煙により早くも變調を表はしその後葉の變化を注視せしに、葉端の變色部は漸次に擴張するを見、其變色は乾燥に際して葉面が生色を失ふものと頗る類似したり、當時實驗に於て古葉は新葉に比して抵抗力強き事實を認めたりと。
分析結果左の如し。

一年生		被害葉		無被害葉	
硫酸	〇、五〇一	〇、二一一	灰分	三、四七	三、一五

二年生葉	被害葉	〇、四六四
無被害葉		〇、二五七
新舊混合	被害葉	〇、四八七
無被害葉		〇、二二九
		三、四七

九、シュレIDER氏は葉が亞硫酸を吸収する能力は植物の煙害抵抗性と或る關係を保有するを慮り、煙害に弱き樅と抵抗力稍々強き赤楊とを何れも一千分一の亞硫酸(内容一萬六千二百吶の箱にて)にて三十六時間燻煙したる後葉が左の如く亞硫酸を攝收せるの事實を示せり。

	亞硫酸に接觸せず	亞硫酸に接觸す
樅	一年生	〇、一七五五
	老葉	〇、二九六〇
	枝	〇、〇四二六
赤楊	葉	〇、一三二〇
	枝及葉梢	〇、〇五六八
		〇、五五七四
		〇、〇八四一

而して此の枝及葉梢の硫酸含有率の増加は其の表面に於ける吸收の外、葉より吸收せる硫酸の一部分交流に由りて移轉し來れるものなりと考へられざるにあ

らず。

② 又新葉と老葉との酸吸收割合を見るに、新葉の絶対量は少なれども吸收せし割合は遙かに老葉より多く、即ち古葉の吸収量を一〇〇とすれば新葉は一三九に該當す。

一〇、ヘーウッド(Haywood)氏も此種燻煙實驗を行ひ亞硫酸の害なるを明かにせり。

(a) クロカシを千分一濃度の亞硫酸にて七月八日及九日の兩日に九回燻煙せり、第一回燻煙後葉に條斑を呈し第四回後は葉全く枯死し褐色に變じたり、然るに標準植物は無害なりし。

(b) 其の他杉、栗、等を千分一濃度にて燻煙せしに何れも葉に變調を生ぜしが標準植物は無害なりし。

(c) クロカシを一萬分一濃度にて七月十六日より十九日間十四回燻煙を行ひしが、十一回の後に至り葉は褐色に變じ新葉及古葉共枯死して褐色を帯び乾涸せり。

(d) クロカシを一萬分一の濃度にて七月二十日より二十四日間十七回燻煙せり、第二回目燻煙の後に葉面に褐色斑點を生じ、第五回目に至り葉端乾燥して褐色に

變じ、第十六回目には全葉褐色に乾涸したり。

第二章 有害成分の發生

植物に有害なる成分は其數甚だ多けれども普通煙害の主成分として其害作用の甚大なるものは無水亞硫酸及之に隨伴せる硫酸なる事前章之を詳述せり。

而して此亞硫酸發生の根源は種々あるべきも其主要なるものとしては、含硫鑛石の製鍊及石炭の燃燒の兩者を數へざるべからず、今此兩者に就て少しく記載すべし。

第一節 含硫鑛石の製鍊による亞硫酸の發生

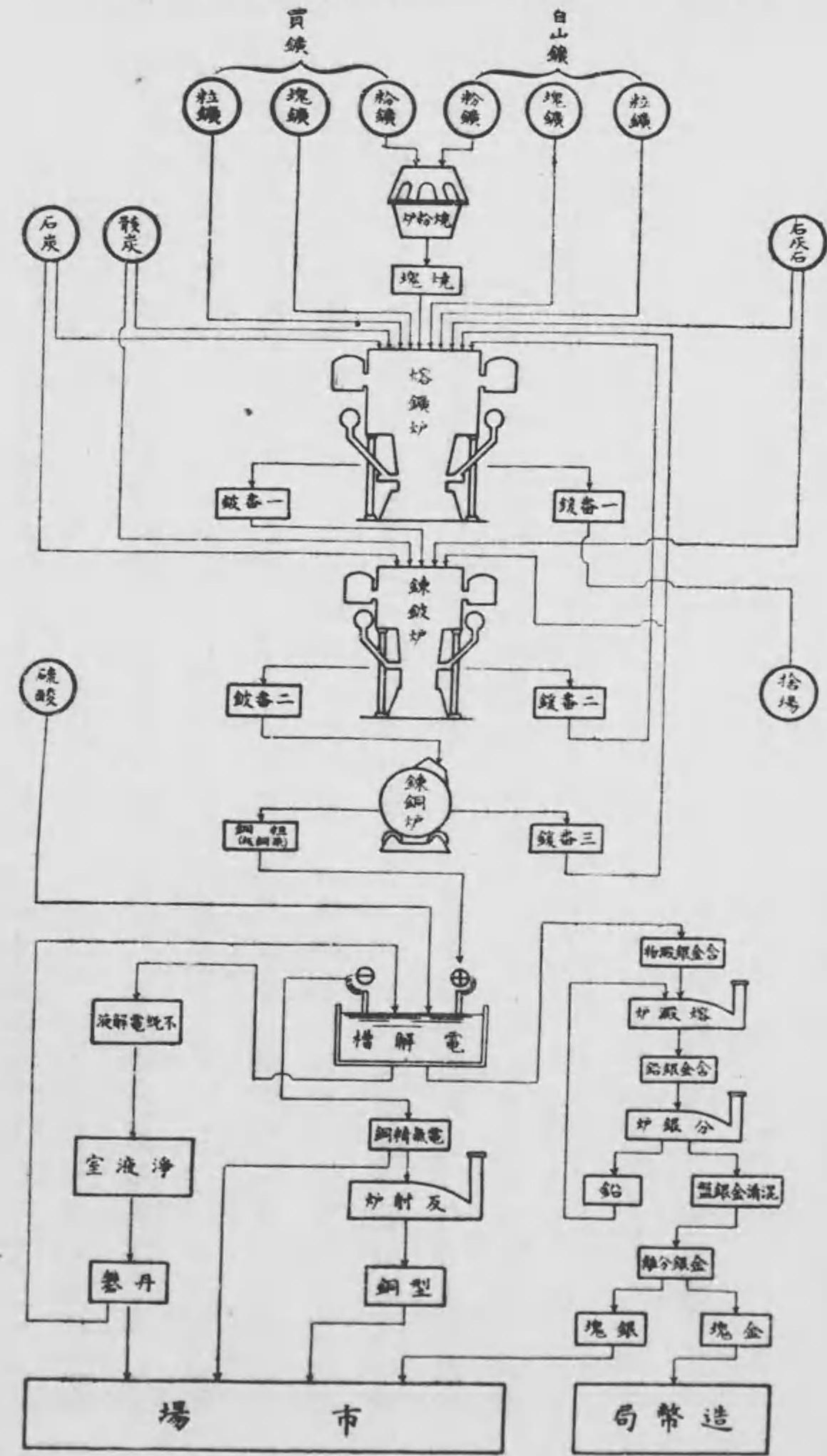
含硫鑛石製鍊に於て亞硫酸の發生をなす主なるものは、硫化銅鑛、硫化亞鉛鑛、硫化銀鑛、硫化鐵鑛、等なるべきが就中其製鍊の規模の最も大なるは銅鑛の製鍊なるべし。

含硫銅鑛の製鍊の場合に於ける化學的變化は頗る複雑なるものにして、今日尙説明困難なる點尠からず、著者は茲に其詳細を論述するの必要を見ざるも、只無水亞硫酸發生を語るに當り、鑛石より銅を抽出する一般順序の概要を記載すべし。

銅の製鍊法は鑛山により各特殊の作業法を採用せるを以て、其詳細は到底専門技術者以外窺知し得難しと雖ども、今一例として日立鑛山製鍊所のものを述べれば、採掘又は購買せられたる銅鑛は、先づ適當なる塊狀となして諸種の混和物、硅石、石炭等と共に熔鑛爐に投ぜらる、斯くて一定時間を経て、鍛と鍛とに分れ、鍛は更に鍊鑛爐に移され濃縮せらる、此所にて濃厚となりたる鍛は鍊銅爐に運ばれて更に濃縮せられ、最後に一定の型に流し込みたるものを「カソード」板として、電鍊場に送り電氣分解に由りて純銅を得らるゝものとす。

斯かる方法により生産せらるゝは、銅(副産たる金、銀等)の外、排棄物としての鍛鐵、石灰等の硅酸鹽、よりなり少量の銅を含む、及煙突より放出せらるゝ硫黃酸化物砒素化合物並に鑛塵等となす、今其製鍊系統を模型的に示せば第一圖の如し。

第一圖
日立鑛山製鍊系統圖



實驗煙害鑑定法

又ヘーウッド (Haywood) 氏の記載による米國アナコンダ製鍊場に於ける製鍊法を略記すれば、

鑛石が製鍊所に到着すれば等級を區別し、第一種は直ちに鼓風爐に投じ、第二種は選鑛法を行ひたる後鼓風爐に投ぜらる、即ち先づ破壊したる後篩過し更に殘渣は破壊篩過し濃厚なる材料を得る事に勉め、其殘滓は細分して「ウイルフレイ、テール」を通過せしむ、斯くして得たるものを「テーブル、コンセントレート」と稱す。

選鑛法に用ひたる水は價值ある鑛石の細粉を含むを以て製鍊所の外側の滯水池に溜め、此所にて微細粒は所謂「スライム」として沈澱するを以て一定時を経て水を流去せしめ、「スライム」を採集して燒塊とし鼓風爐に送る、此選鑛法の殘滓が「テール」リングとして知らるゝものにして、硅石、鐵よりなり、銅及砒素の少量を含むものにして別の捨場に堆積せらる。

「コンセントレート」は熔鑛爐に投ぜられ、此所にて硫黃及砒素の大部分は脱去せらる、而して前者は亞硫酸又は硫酸となり、後者は揮發形となる、殘滓を「カルサイン」と稱し、反射爐に移す、此方法にては左の如きものを生産す。

- (a)「テリリング」主として鐵及石灰の硅酸鹽よりなり銅の少量を含む。
- (b)「マート」と稱し銅の多量を含める材料。
- (c)煙中には硫黄及砒素の化合物を放出す。

此「マート」は鍊銅爐に運ばるゝものにして此所には鼓風爐より來るマートも同様に處置せらるゝものなり、鼓風爐には上品位の鑛石鍊銅爐滓、硅石粉、コンセントレーション沈渣、石灰石、及「コックス」等を投入す、爐内にて硫黄の大部分は亞硫酸、硫酸として又砒素は氣狀體として逸散す。

鍊銅爐中に於ても「マート」中の硫黄は亞硫酸及硫酸に變じ砒素は氣狀體として煙道に逃れ出づ。

以上二個所に於ける製鍊法の簡單なる記載により吾人は明かに左記四個の動植物に有害なる生産物を知り得べし。

- (イ)鑛石中の硫黄は諸種の操作の途中無水亞硫酸及少量の硫酸を生産す。
- (ロ)鑛石中、砒素を含有せる場合「アナコンダ」に於ける如く此化合物は揮發性なるを以て排煙中に出づべし。

鑛石中の硫黄

(ハ)鑛石滓、及「ウオター、コンセントレーション」より生ずる殘渣は堆積場に放置せらるゝ故雨水は常に多少の可溶分を浸出し坑内、選鑛及製鍊排水と共に河流に注入せらる、故に河水は銅分を不溶解體又は溶解體にて保有す、
 (ニ)鑛石の細粉及分解生成物の細粉は煙突より放出せられて周圍の土地に落下す、更に進んで銅鑛石中には幾何量の硫黄を含有し、其硫黄が如何に亞硫酸となりて排泄せらるゝものなりやを二三の鑛山に就て攻究せんと欲す。

(一)米國ワシヨウ製鍊所にて取扱ふ鑛石に就て見るに、其硫黄含量は左の如しと。

鑛石名	硫黄%
パロット	二八、五二
スペクレイター	二七、五〇
同	一九、七七
パロット	二二、一八
パロット	二二、一八
スネーバーウキート	二〇、八三

ダイヤモンド 二四、三一
 アナコンダ 二九、八三

前記鑛石の製鍊に際し、含有硫黄の全量が亞硫酸となるものにあらず、或は遊離硫黄となり、或は硫化物となり、或は、硫酸鹽となるものなれども、其大部分は亞硫酸として排泄せらるると見て大過なきものなり。

今前表の鑛石をアナコンダに於て製鍊する代表的のものとなし、毎日八千噸二百十六萬貫の原鑛を所理するものとすれば大氣中に放出する亞硫酸の量の莫大なるを容易に想像し得べし。

ハルギン及スウヰーン (Harkin & Swain) 氏はワシヨリ製鍊所の排煙を研究し、一日に排出する亞硫酸の量は四千六百三十六萬「ポンド」、硫酸の量は、四十四萬七千六百「ポンド」なりと云へり、只不幸にして兩氏は試験せる期間中の鑛量及成分を擧げざるを以て鑛石中含有硫黄量の何%が亞硫酸及硫酸として出でしやを計算する能はざるを遺憾とす。

アルテナウ鑛山の鑛石は約三〇%の硫黄を含有すと、

(二) 秋田縣小坂鑛山 自山鑛の外、近時買鑛を行ふを以て其硫黄含有率は種々なるべきも數年前の調査に係る同鑛山鑛石の含硫率左の如し。

黒	鑛	二一、五一%
黄	鑛	三五、五〇%
硅	鑛	二一、八七%

(三) 四阪島製鍊所(別子銅山) 本所にて製鍊する鑛石の種類又種々なるべきも平均硫黄量は三二、八%なりと。

(四) 茨城縣日立鑛山 自山鑛の外盛んに買鑛を製鍊するを以て、其硫黄含有率は一定せずと雖も、平均含硫率は二五%内外なり。

鑛石中の全硫黄が製鍊に際し分化する情態に就て日立鑛山にて計算せる一例によれば

亞硫酸に變ずるもの	七五、三五%
鉍又は鍍中に残留するもの	六、一一%
煙塵中に含まるるもの(化合硫黄)	一、九五%

硫黄分の
分化

煙塵中に含まるるもの(遊離硫黄)にして有害成分として發生するは約七割五分なり。

又フレイターグ(M. Freytag)氏によれば獨逸ウエストファーレン製錫工場にては、以前鑛石所含硫黄の五割は之を沈澱せしめ、八分は石灰と化合せしめて、硫酸石灰として鑛滓中に出し、四二%を亞硫酸又は硫酸として放出したりと云ふ。

又マンズフェルターにては一八八〇年頃にては鑛石中硫黄の三三%を硫酸として捕集し三七%を鑛滓中に收め残りの三〇%を吐出したりと。

然も是等多量の煙中の亞硫酸は煙突を出ずるや急速に濃度を減ずものにして、此排煙後彌散速度の急速なるは寧ろ豫想の外にあり、勿論此際排煙の溫度、速度、成分、並に外氣の溫度、濕度、風、附近の地形、等が大なる關係を有するは云ふ迄もなきことなり。

例へば一八六三年頃フライベルグ製煉所にては其排煙は百六十五分一、二百五十分一、六百二十五分一位の亞硫酸を含みこれを容量百分率に改算すれば〇、四四一〇、一六%に達せしと雖ども、空氣中に放出さるゝや空氣の混淆に由りて急劇に

排煙の擴散

稀薄となり煙突脚を去る十歩の所にては濃度五萬六千分一、又は九萬分の一(容積にて〇、〇〇一七八%—〇、〇〇一%)にして六十歩の所にては十三萬分一(容積にて〇、〇〇〇七七%なりしと。

又ライヒ氏はムルデナー製煉所にて風の爲めに排煙の低く吹き落されたる時に空氣分析を行ひ、煙突を去る六十歩の個所にて亞硫酸の濃度九萬分一乃至十三萬分一なりしと云へり。

排煙直後の彌散は前例の示す如く、又理論的に説明するも頗る迅速に行はるゝものなれども、平行氣流中に入り瓦斯の速度と氣流の速度と同一となりし瞬間より速に減退するの性質を有するものなり、是れ排煙前有害酸の濃度を稀釋するの装置を必要とする所以なり。

殊に高き煙突が高層氣流中に煙流を吐出する場合には、風速の強さと、風向が下層氣流に較べて比較的固定性に富むと及障礙物なき等の爲めに集團性の煙束線を形作りて流走し、經過路程と稀釋力の關係は低煙突の夫れに劣るを常態とす、ハルスブリュック(Halsbrück)の煙突(百四十四米突)アナコンダ(Anaconda)の煙突(五百

製煉所附近の雨水

六呎(其他高く聳立せる煙突に就きての經驗は確に此事實を語るものなり。
製煉所附近にて曇天無風の場合等には濃厚なる硫煙集積して作業の困難を感ずる場合あり、斯かる時に於ける降水は比較的多量の酸を含むものなり、併し雨水中の遊離酸定量法は餘程濃厚なるもの、外誤差を伴ひ易く檢定困難なるものなるを忘る可らず。

一八七六年フレイターグ氏がアーヘンの近くストールベルグ附近降水の測定を行ひしに、一リットル中 SO_3 は $0.0031 - 0.0194g$ にして同鹽酸は $0.0026 - 0.0069g$ なりしと。

又ヘットスタッドの近くエッカルド製煉所附近にてフレイターグ氏の分析せしものは、一リットル中 SO_3 は $0.318g$ にして、其大部分は鹽基と結合せし爲め雨水は辛ふじて酸反應を呈せりと。

佛蘭西ハイモン(Haumont)地方には化學工場製鐵所等あり、多くの酸氣を空中に放出せるが一八七三年の頃工場附近の雨水を採集して分析したる成績を見るに凡そ左の如くなりしと、(六月三十日より十月二十五日に至る間)

番 號	工場よりの距離(米)	鹽				酸			
		I	II	III	平均	I	II	III	平均
1	五三〇	〇、〇二二五	〇、〇二九八	〇、〇三八九	〇、〇三〇四				
2	七三〇	〇、〇一九五	〇、〇二七五	〇、〇二一九	〇、〇二一三				
3	一〇一五	〇、〇二二二	〇、〇三〇五	〇、〇一九三	〇、〇一七三				
4	一二二〇	〇、〇二二二	〇、〇二二六	〇、〇一九六	〇、〇一八一				
5	一五三九	〇、〇二二二	〇、〇一八五	〇、〇一七二	〇、〇一五九				
6	ドウエー(甲)								
7	同(乙)								
8	トリニエー								
平均									

番 號	工場よりの距離(米)	硫				酸			
		I	II	III	平均	I	II	III	平均
1	五三〇	〇、〇二七五	〇、〇二二九	〇、〇二四六	〇、〇二五〇				
2	七三〇	〇、〇二四九	〇、〇〇九二	〇、〇一九四	〇、〇一七八				
3	一〇一五	〇、〇一八〇	〇、〇二一七	〇、〇二〇〇	〇、〇一九八				
4	一二二〇	〇、〇一八〇	〇、〇一八三	〇、〇一九〇	〇、〇一八四				
5	一五三九	〇、〇一八〇	〇、〇二〇六	〇、〇一九〇	〇、〇一九二				
6	ドウエー(甲)								
平均									

第二章 有害成分の發生

8	7
トリニエ	ドゥエー(乙)
1	1
1	1
1	1
1	1
0,0五九四	0,0一九一

降雪

右の表に依るに、酸は或一定の距離までは工場を去るに従ひ漸次減少するも、或距離以後は大約同一の分量を含有する事を知るべし。

雨水の外降雪中にも多少酸氣を検出する事あり而して雪の酸吸収率は水液より甚大なるものなり、彼の工場附近に於て積雪融解後松、唐檜類の葉の害せらるゝ事あるは皆人の知る所なり。

グレウエンブリックに於て積雪久しきに亘り葉上に堆積したるものが日を経て次第に溶解し松葉の一時に赤色に變じて其狀濃厚なる酸瓦斯の被害に髣髴たる事ありしと云ふ。

ストックハルト (Stockhardt) 氏は降雪中に吸収せられたる SO_2 は酸化して SO_3 に變ずるものなる事を證したり、氏の分析に依れば降雪後六時間にして SO_3 に變ずるを見たりと云ふ。

セントネル (Sandner) 氏はミュンヘン市の降雪一g中に九一ミリグラム²の SO_2 を

得其溶解したるものは一萬一千分一に當ることを計算したり。

煙突附近の降雪を採集し、其中に混有せる金屬成分を検定して地上に落下する飛散性固形物を研究したる例あり。

フレイターグ氏はフライベルグ (Freiburg) に於て終日降雪連續せる南風及南西風の日にムルデナー (Muldener) 製煉所の排煙中の固形分を検定したり、即ち、ハンメンベルグの高原に於て二三〇平方呎の面積に就き〇、五時に堆積せる雪を採收し、之を溶解したる後其酸性反應を検せしに格別に酸反應を呈する事なかりしも、一七二、二ミリグラムの黑色なる殘滓を得たり、依つて是を分析したるに、左の諸成分を得たり。

酸化鐵	二五、一
酸化亞鉛	八、〇
酸化鉛	二、一
砒素	一八、一
硫酸	二一、二
合計一六五、四	

石 灰
酸に不溶物質

七、四
八三、五

次に不溶物質を熱灼したるに其六一%五ミ、グを消失せり、即ち此部分は煤及有機物にして残渣は硅砂、石灰、粘土及微量の酸化鐵及硫酸なりき。

尙雪水中に溶存せる成分を檢定せるものは左の如し。

砒 酸
硫 酸
酸 化 鐵
酸 化 亞 鉛
石灰及酸化鉛

一四、六
二四、七
八、〇
一四、〇
少許

第二回の實驗はハルスブリック製煉所の排煙を受けたる雪に就きて行ひたり、即ち南風吹き荒む事二日に及びし際百平方呎の面積より百分三吋厚さの雪を採集し、此を溶かして六九ミ、グの残渣を得其組成を檢して左の數を得たり。

酸 化 鐵

一二、〇

酸 化 亞 鉛

一、八

砒 素

〇、五

硫 酸

一、八

石 灰

二、〇

酸に不溶物質

四六、〇

合計六五、一

不溶性物質を熱灼せしに四一、三%を消失せり、これ煤及有機物の量なり。

又溶解して得たる雪水中に溶存せるもの、組成を檢したるもの左の如し。

砒 酸
硫 酸
酸 化 鐵
酸 化 亞 鉛

一、四
四、八
一〇、〇
一、五

尙氏は雨水中に溶けたる金屬鹽類の量を檢せしが、〇、一%以上に達するものを發見せざりしと。

ボルベック (Borbeck) 亞鉛製煉所附近に於て急劇なる降雨あり、煙中の成分殆ど凡

て洗滌し盡されたるを思はしめたる時、其雨水一〇〇c.c.中に溶解せる成分を検して次の成績を得たりと。

硫酸	亞鉛	〇、〇一四九
硫酸	アンモニア	〇、〇〇一二
遊離	硫酸	〇、〇〇〇六
合計		〇、〇一六七

而して雨水中に不溶状態にて混有せし物質の合計は、〇〇六一瓦にして、其主なるものは酸化亞鉛、酸化鐵及有機物なりし。

又エツカルド製煉所附近煙突より七五—九〇米を距りたる所にて得たる雨水を分析したるものは其一〇〇c.c.中左の成分を有したり。

銅	〇、〇〇〇一三
亞鉛	〇、〇〇〇二二
鐵	〇、〇〇〇八五
礬土	〇、〇〇〇四〇
合計	〇、〇五八四二

石灰苦土及アルカリ	〇、〇二四〇六
アンモニア	痕跡
硝酸	〇、〇三一八一
硫酸	〇、〇〇〇九五

不溶解混淆物は〇、〇六瓦なり。

又同氏がマンسفエルド (Mansfeld) 製煉所附近にて三六—四〇時間降雪ありし時、各距離を異にして表面積二、五平方米宛採集して分析したる結果左の如し。

距離	水に不溶物	可溶物	可溶銅及亞鉛	遊離酸
七五米	三九、八七瓦	三、一三	〇、二三	〇、二八
一五〇	二一、九五	四、九二	〇、九〇	一、〇四
二二五	一五、二四	四、七八	一、〇〇	一、一〇
三〇〇	二四、八五	二、七五	〇、二二	〇、一六
三七五	一一、七七	二、三七	〇、一九	〇、〇九
四五〇	六、〇七	三、三〇	〇、三一	〇、六〇
五二五	六、四〇	二、二六	〇、二五	〇、三〇

第二章 有害成分の發生

東方

六〇〇	一〇、〇三	二、二〇	〇、三〇	〇、一三
一一〇	八七、一〇	四、一八	〇、四三	〇、〇八
一七〇	六六、五八	三、〇〇	〇、三二	
二六〇	一七、一二	三、二五	〇、三二	
三二〇	一〇、八一	三、一〇	〇、二〇	〇、二二
三七五	九、八一	三、一九	〇、三八	〇、一二
四三〇	一一、八一	二、九五	〇、三二	〇、〇五
四九〇	四、九八	二、九八	〇、三七	〇、二一
五六五	四、七七	二、五八	〇、二九	〇、一二
六四〇	二、〇四	二、六二	〇、二二	〇、〇八
六九五	二、一六	三、六二	〇、二六	〇、九六

此表を通覽するに固形成分中水に不溶解性のものは近距離にて早く沈定するに、可溶性のものは長く浮游するものなることを了解し得べし。

第二節 石炭の燃焼に依る亞硫酸の發生

石炭中には常に多少の硫黄を含有し、其燃焼により亞硫酸を發生す、其硫黄の含

石炭中の

量は石炭の種類により大差あり、良好なるものも一—二%を含み、其多含する事甚だしきものは、一七%に達する事ありと云ふ。

今一二例を示せば左の如し。

	最低	最高	平均
ニュウカッスル炭	〇、〇六	二、八五	一、二四
ランカシヤイヤ炭	〇、五二	三、〇四	一、四四
スコットランド炭	〇、七二	二、〇六	一、〇一
智利國石炭	〇、九四	六、一四	二、〇五
ポルネオ			〇、七〇
臺灣			〇、四九
紀伊無煙炭			二、四九
夕張炭			一、七七
天草無煙炭			一、三二
常盤黒褐炭			一、五八
大嶺無煙炭			〇、五六
熊野半瀝青炭			二、五二

我邦石炭にて硫黄最も多きは、岩代國安積郡安子ヶ島村にて産九、四%に達すと。

鑛石の場合にも述べたる如く燃焼に際し此等含有硫黄全部が有害性分となるにあらずして、其一部は常に化合硫黄となりて灰中に残留するものなり。今ツイッコウ石炭に就て此割合を檢定せしものを見るに左の如し。

實驗番号	全硫黄%	被害硫黄%	全硫黄に對する害硫黄の%
1	三、一三	二、六五	八五
2	一、六六	一、〇三	六三
3	一、三四	〇、六二	四六

又コリエン及ヘツフォールド (Cohen and Helford) 二氏は普通爐中にて硫黄量を異にせる二種の石炭を燃焼せしめ、其硫黄の分布を明かにし、更らに、其煤中の硫黄も一部は遊離酸として有害に作用すべしと云へり。

項目	A	B
亞硫酸及硫酸瓦斯として發生するもの	七一、七八	六〇、〇〇
煤中に包有せられ大部逸散するもの	一四、五一	一一、八八
煙突中に残留するもの	一三、七一	二八、二三

チーラー (Diegmann Thiel) 氏の著書「石炭燃焼の際に於ける硫黄の状態を参照するに、石炭中の硫黄は黄鐵鑛 Markasit の如き有機化合物の外、有機硫黄として存在

し燃焼の際大部分は酸化生産物となりて飛散するも其幾部は必ず灰中に残留するものなり、而して飛散性硫黄量に對する固定硫黄量の割合は、炭種、燃焼法の相違により一定ならざるは人の知る所なりと雖ども、同氏が褐炭及石炭の七種に就き實驗的に測定したる割合を示せば左の如く硫黄百分に對し約七割四分は飛散性にして二割六分は灰中に残留するを見る。

實驗番号	排煙中に逃るもの			灰中に留まるもの		合計	燃焼生産量
	SO ₂	SO ₃	H ₂ S	硫酸鹽	硫化物		
一	七一、二五	一、七四		二六、九〇	一、四七	二八、三七	一〇一、三六
二	七七、五三	一、九一		一九、四七	一、二五	二〇、七二	一〇〇、一六
三	六三、七〇	二、〇三		三三、五九	一、六〇	三五、一九	一〇〇、九二
四	七七、〇九	二、一九		一九、四二	一、二四	二〇、六六	九九、九四
五	七二、三九	二、三九		二三、五四	一、四〇	二四、九四	九九、七二
六	六六、二七		七、六三	二二、九三	一、三九	二四、三二	九八、二二
七	六六、五一		五、二六	二五、三二	一、一〇	二六、四二	九八、一九

獨逸タールランドのウイスリッセス (H. Wislicenus) 博士は獨逸の石炭は一%の

硫黄を含み、これを燃焼して發生する瓦斯は煙筒内にて容量%〇、〇五の亞硫酸を含むと云ひ、又他の記載によれば如何に完全なる構造の爐を用ひて石炭を燃焼せしむるも、八%の硫黄を有する石炭の燃焼により生ずる煙は、〇、一八(容量%)の亞硫酸を含有すべしとなせり。

即ち石炭を燃料に供する工場煙突の多數を有する都會及大停車場附近に於ては亞硫酸による煙害を惹起するの危険あるものとす。

フットン氏により石炭より發する煤煙の主要成分を擧ぐれば左の如し。

無水炭	五、三〇—三、五〇%
アンモニア	一、七五—二、八〇%
硫 酸	四、六—七、九% (SO ₂ の酸化したるものをも含む)
砂	一四、〇—二五、〇
タール及油質	一五、〇—一八、〇
其 他	

即ち之等の發生成分は其附近の空氣を汚染するものなり。

又リデアル (Liden) 博士の計算によれば倫敦に於ける石炭の年消費額一六〇〇

都市空氣
中の酸量

萬噸中の硫黄が全部硫酸として空中に放出せらるゝとせば、其量實に、五〇—一〇〇萬噸の多きに達すべしと。

今ルブナー (Lubner) 氏の調査せる所により二三外國都市の空氣中に含まるゝ酸氣の量を示せば左の如し。

グラスゴー	〇、〇〇〇四二 vol. %
ロンドン	〇、〇〇〇三九
ベルリン	〇、〇〇〇三五
ライプチヒ	〇、〇〇〇一四
英國小都市	〇、〇〇〇一三

又オスト氏が氏の「パリタ旗法」により石炭使用地と石炭を使用せざる土地との空氣中の SO₂を検したるものを見るに左の如く。

石炭使用地(ハンノバー地方)	〇、五三四—〇、七九〇
同不使用地(ジュンデル、ビルゲー地方)	〇、〇五五—〇、一八〇

石炭使用地に酸氣多きを知るべし。

我國に於ては東京市外王子附近、大阪市、門司、名古屋地方等は石炭煙害地の中に數ふべし、大阪市にては大正二年九月十二日現在の調査に於て、二八三九本の煙突

あり其延長一二哩に達すと而して此外市内湯屋業の煙突五〇〇本、接續町村の三〇〇本を合すれば同市の煤煙問題が本邦に於ける都市煙害の魁たる所以を想見し得べし。

以上石炭の燃焼によりて生ずる酸氣に就て記載せしが、石炭の燃焼に際して發生する重要な固形成分(所謂煤)に就て少しく記載すべし。

煤は燃料の不完全燃焼によりて發生するものなるも原料の種類燃焼爐の構造通風關係により常に組成を異にするものにして其變化極まりなきものなるを知らざるべからず、然れども其主體は炭素の微粒にしてこれに「タール」質灰分少量の窒素質を含み又往々にして酸性なるあり。

左に二三煙煤の組成分に附きて記載すべし。

(一) ヒーディングレー、ウインストン、ガーデン民家爐の煤分析表(ラストン及コーエン兩氏による)

炭素	原料石炭	七六、八〇	民家集合	五二、三四	割庖專用爐煙突	三七、二二
			突		底部	
					頂部	

炭素	四、九〇	三、六八	三、五一
タール	〇、八八	一一、四六	三四、八七
灰分	一、八〇	一七、八〇	五、〇九
窒素	一、七二	四、一一	六、八九
硫黄	〇、七九	二、二〇	二、一八
鹽素	〇、二五	一、三五	九、〇七
酸		〇、二八	〇、九二

(二) 汽罐室煙突の煤は又著しく内容を異にす、今英國リード大學汽罐室煤の成分を擧ぐれば左の如し。

原料石炭	炭素	六九、三〇	水素	四〇、四〇	底部	一三呎高さ	七〇呎高さ頂上(一一〇呎)
	窒素	四、八九	四、三七	一九、二四	一六、六六	二二、八〇	二七、〇〇
灰分	一三、九	四、〇九	二、七一	〇、八六	一、四四	一、六八	
カ	八、四八	一八、一六	〇、二三	〇、〇〇	一、一八	一、〇九	
硫黄	一、六四	二五、九一	七三、三七	七五、〇四	六六、〇四	六一、八〇	
鹽素	一、七四	二、九九	〇、〇九	〇、一八	〇、八〇	一、一四	
	〇、二七	五、九一	二、七六	二、〇七	二、五八	二、八四	
			〇、一一	〇、七五	一、四六	一、六〇	

第二章 有害成分の發生

酸

〇、三九 一、六二 一、〇四 〇、五八 〇、四八

都市の降水

煤が植物に及ぼす影響に就きては研究多し、而て其有害作用を爲すは自ら酸を含有する場合の外、タルの粘着性に由りて樹木葉面を被覆し氣孔を塞ぎ瓦斯交換作用を妨害する等によるなり。

石炭の燃焼に依り發生せる酸及固形成分は都市の空氣を甚だしく汚染するを以て、都市附近の降水は又著しく不純物を含有せり。

アングスミス (A. Smith) 氏は其著「大氣及雨水」に於て數回雨水分析表を掲げ推論して曰く、空氣中の含有不純物の量は雨水中に流下する不純物の量より推定を下し得べしと。

氏は煤煙の全くなきか又は少なき土地並に煤煙都市より雨水を採集し、其一方米中の諸物質を檢定し其瓦量は左の如しと云へり。

煙なき地方及煙の極少き地方

地	名	全鹽素(鹽化物として)	全硫黃(硫酸鹽として)	遊離酸(硫酸として)	アンモニア	硝酸
アイルランド、ウアレッチア		四八、六一	二、七三	?	〇、一八〇	〇、三七〇

煙多き地方

英國 西海 岸(陸地)	五六、一五	五、八八	?	一、九〇〇	〇、三七一
ウオトルロー、ウアレッチア	三六、五〇	一一、四三	?	?	?
スコットランド、(リバプール近く)	一一、二八	三、六一	〇、一四〇	〇、四八四	〇、三七二
同 東 海 岸(同)	一一、九一	七、六六	二、四四	〇、九九二	〇、四七六
同 内 陸(同)	三、三七	二、〇六	〇、三一四	〇、五三二	〇、三〇五
英國 内 陸(同)	三、九九	五、五二	?	一、〇七〇	〇、七四九

地	名	全鹽素(鹽化物として)	全硫黃(硫酸鹽として)	遊離酸(硫酸として)	アンモニア	硝酸
スコットランド、都市(グラスゴーを除く)	五、八六	一六、五〇	三、一六	三、八二〇	一、一六四	
イングラランド、都市	八、七〇	三四、二七	八、五三	五、一六〇	〇、八六三	
同 ロンドン	一、二五	二〇、四九	三、八七五	三、四五〇	〇、八四〇	
セントヘレンス(製煉所化學工場石炭煙)	九、五三	三三、一九	三、三八	四、五六	一、四一三	
リバプール(石炭煙)	一〇、一六	三九、五九	一一、五六〇	五、三八	〇、五二八	
ルンコルン(化學工場)	二五、七四	二二、六二	一一、四二〇	四、六三	〇、二七八	
マンチエスター(一八六九—一八七〇石炭)	五、八三	四四、八二	一〇、一七	六、四六九	一、〇三二	
グラスゴー(セントヘレスと同じ)	八、九七	七〇、一九	一五、一三	九、一〇〇	二、四三六	
ニュー、カツスル(工場石炭煙)	八、一一	四四、四四	?	?	?	

第二章 有害成分の發生

ラッセル (Russell) 氏は此法に則り後に多量なる大氣を洗滌する装置を案出せり、氏は都市の雨水中に於ける主なる不純物を硫酸鹽及鹽化物の二となし、之を硫酸及鹽酸として雨水一リットル中に含有する量に換算せり、而して供試雨水の大部分は酸性反應を呈する事なかりし、故に遊離酸としては計算を行はざりき。

試驗地として第一、セント、パísoロミユ一の市中に、第二ハミルトン、テレリスの郊外停車場に、第三、シャツクルウエルに選定し、其含有百萬分率を調査したるもの左の如し。

	百萬分中硫酸の量	同鹽酸の量
セントバー、ソロミユ一	三八、八	一七、九
ハミルトン、テレリス	一九、六	八、八
シャツクウエル	二〇、七	七、八

即ち斯く市街地の雨水は之を郊外に於て採集せしものに比較すれば、優に二倍の不純物を含有するを知るべし、ラッセル氏は又前記三試驗地共夏季に於て著しく其硫酸及鹽酸量を増加する事を發見し、其原因を一部は試料の蒸發作用に、一部は動植物の腐敗分解の際に生ずる揮發性硫黄化合物の生成に歸せり。

セントパísoロミユ一に於て大氣中の水分を凝縮捕集して試験せしに硫酸鹽並に鹽素化合物の比は同地雨水百萬分中に存すると同一なりし。

又降雨に際し其當初(I)と最後(II)とに分ち試料を採集し、降雨によりて大氣の如何に清淨せらるゝやの興味ある事實を示せり。

硫酸鹽	セントパísoロミユ一		ハミルトン、テレリス		シャツクルウエル	
	I	II	I	II	I	II
硫酸	三九、七	三三、一	三三、一	一一、〇	三九、七	一三、二
鹽化物	八七	三、六	三、六	一、四	五、八	二、八

尙之と對比して田舎の雨水分析の好適例としてロース、ギルバート、コルギンゲトン諸氏がロイズムスタッドに於て十三ヶ月間に渉る分析結果を掲げん。

百萬分中

硫酸鹽

四、〇

鹽化物

三、三

又沿海地方の雨水には一般に鹽化物の増量を見るの事實は、左表ダルトムニアに於て南西暴風時の雨水分析結果により之を知り得べし。

百萬分中

硫酸鹽

〇.五

鹽化物

八.七

今各年次共に之を最高最低の二種に分ち、リード試験地の十ヶ所及ガルフォースに於て月々採集せる雨水中に含有せらるゝ硫黄分及鹽化物の分析結果を比較するに左の如し。

試験地名	硫		黄		分		遊離		鹽		素	
	最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低
1	二九.三	一一.二	一〇.四	〇.〇	三九.七	一一.二	九.八	—	二九.二	—	一〇.八	—
2	三四.一	一五.一	八.九	—	四三.〇	一七.二	一四.七	—	三三.二	—	九.一	—
3	八七.二	一七.四	二五.三	—	八五.一	二一.一	一一.七	—	一五.八	—	九.〇	—
4	六五.五	一六.三	一七.七	—	八三.二	二六.四	一八.八	—	四三.二	—	四.七	—
5	三三.二	一七.二	一一.一	—	四二.二	二四.三	三.三	—	二四.九	—	五.九	—
6	三一.八	一三.三	一〇.九	—	三六.七	一七.八	一二.七	—	一四.一	—	八.三	—
7	二五.九	九.四	三二.六	〇.九	五八.五	一〇.三	一〇.八	—	三三.二	—	二.五	—
8	二五.七	八.九	九.〇	二.六	三三.五	一一.四	四.六	—	八.三	—	四.三	—
9	三〇.八	九.三	八.三	—	三八.〇	一〇.四	七.五	—	一九.八	—	一.三	—

11	一八.三	五.〇	四.九	—	二二.二	六.二	—	—	九.三	—	二.三	—
10	一六.五	七.三	九.七	—	二六.二	八.三	—	—	—	—	—	—

是等の調査を基準として一ヶ年間降水總量中に含有する硫黄化合物の總量、及之を對一平方哩の噸數に換算するときは左の如き結果となる。
 リード附近降水水中の硫黄分量對一平方哩一ヶ年噸數。

試験地	遊離酸(硫酸として)		硫黄化合物 (SO ₃)として		總量
	最高	最低	最高	最低	
1	一〇.〇	—	三五.二	一一.三	四七.五
2	二六.七	—	五二.九	八.六	六一.五
3	八.五	—	七七.〇	一九.一	九六.一
4	一二.九	—	四二.五	一三.七	五六.二
5	三.一	—	三二.三	一一.四	四三.七
6	八.三	—	三一.四	一三.一	四四.五
7	七.五	—	二四.三	一四.〇	三八.三
8	二.三	—	二二.〇	—	四二.〇
9	三.一	—	二三.四	—	二七.九

第二章 有害成分の發生

11	10	八、〇	〇、〇	一五、一	一八、六	五、七	二〇、八
						七、四	二六、〇

即ち比較的少量の酸を生産する事を知るべし、只遊離酸の大ならざるは、アンモニア及「アルカリ」蒸氣の爲めに中和せらるゝ事多きによる。

我邦に於ては此種の研究甚だ乏しきも、大阪市に於ける一二例を記載すべし。
大阪衛生試験所技師平山氏は明治四十五年三月、大阪市内と郊外兵庫縣武庫郡住吉村に於て雨水を採集して分析し左の結果を得たり。

外 觀	明治四十五年三月三日 大阪衛生試験所構内	四十五年三月廿七日 同上	同上住吉村にて
反 應	微酸性	同	微 濁
鹽 素	二、〇	〇、四	〇、二五五
アンモニア	〇、四	〇、四	—
硫 酸	三五、九	二三、三	二、六六
過燐酸加里脱色量	二五、〇	三〇、〇	八、〇
固 形 物 總 量	—	八〇、〇	一〇、〇

右は逡過せし雨水に就き試験したるものにして數字は水「リットル」中のミリグラ

ム也

即ち市内は郊外のものに比し鹽素は約七倍、硫酸は一〇—三〇倍多く、其外「アンモニア」の反應を認む。
又前年大阪西區に於ける一製造會社の煙道の附近に於ける降雪を採集し分析したる一例あり左の如し。

雪の外觀	煙道より 風下	同	同	煙道右側	同
雪水の外觀	暗色黒點多し 暗色濁濁	白色、黒點多し	白色黒點微 微に暗色 殆んど澄明	同	暗色黒點多し 暗色濁濁
雪水含量、c.c.	五八八五	四八六五	五三三四	四五一一	一六九六
雪中不溶物量	〇、五六四四〇	〇、一九二八〇	〇、一一〇六〇	〇、一一〇〇〇	〇、一六四二〇
同千分中不溶物量「グラム」	〇、〇九五九〇	〇、〇三九六二	〇、〇二〇七三	〇、〇二四三九	〇、〇九六八〇
雪水千分中瓦量	〇、〇七四二三	〇、〇二八二八	〇、〇一四七〇	〇、〇一六四二	〇、〇六七九三
煤 量 (瓦)	〇、〇二一六八	〇、〇一三三五	〇、〇〇六〇二	〇、〇〇〇七九	〇、〇二九五〇
同 亞 硫 酸	〇、〇〇〇六六	〇、〇〇〇三七	〇、〇〇〇一八	〇、〇〇〇二九	〇、〇〇〇二一
同 硫 酸	〇、〇〇九三七	〇、〇〇六〇四	〇、〇〇三一六	〇、〇〇二八二	〇、〇〇七八〇

本章を終るに當り都市の靄霧 (Mist) に就て簡単に記載すべし。

抑も普通霧と稱するは空中に浮遊せる塵埃の微粒を核として、凝集せる小水滴の集合なり、而して此小水滴が單に純粹の水より成れるものなる時は植物に何等の害を與へざるも、彼の工業都市に見るが如き黒色油質なる霧は、多くは有害作用を行ふものなり、如斯を特に都市の靄霧又は煙霧と稱す。

煙霧生成すれば空氣の自由運動を妨げ、重く沈滞し、諸種の燃燒生成物を包有して人體衣服建物植物等を害す。

英國 ロンドン、マンチエスター等に於て此種煙霧の多き事は皆人の知る所なるが兩市の空氣中硫酸分檢定の成績によれば、低溫なる冬期に於て特に煙霧の生ぜし場合に硫酸量多きを示せり。

オリバー氏がロンドン市に於て空氣一〇〇立方呎中の硫酸を檢定せしに左の如くなりしと。

十一月六日	鬱陶敷天氣	五、四〇
十一月十七日	輕き霧の日	八、一六

十一月二十日 濃霧の日 一七、一〇

十二月二十一日 黄色霧の日 二〇、五一

十二月二十二日 濃厚なる黒色霧の日 三九、〇六

一九〇九年一月二十七日濃霧あり、之と同時に灰色の嚴霜ありたるを以て多量の霜を採集して溶解分析せしに、普通の降水に比べ、煤の量は四〇倍多かりしと。

浮遊物	一、一、五	四六、二〇
タール	一、五	一五、八
灰分	二、八	六、七
硫酸度	一、九	一〇二、九
硫酸	二、二	一四、八
亞硫酸	五、七	四一、〇
合計	二七、七	一八九、〇
鹽素	七、三	九四、六
アンモニア	一、九八	八、五七
窒素	〇、一九六	一、六一八
有機體	〇、四三四	

第二章 有害成分の發生

一八九一年二月二週間にロンドン市山の手に當るチエルシー及市外キユーの二ヶ所なる硝子屋根に降下堆積せる物質量は、一平方哩に付き約六噸の割合なりしと云ふ、其成分を見るに左の如し。

	チエルシー	キユー
炭素	三九、〇〇	四二、五
炭化水素	一一、三〇	四、八
有機鹽基	二、〇〇	— (ピリヂン系統)
硫酸	四、三三	四、四
鹽酸	一、四三	〇、八
アンモニア	一、三七	一、一
金屬鐵殊に酸化物	二、六三	—
鐵物	三一、四二	四一、五
水	五、八一	五、三

「アントラセン」、「ナフタリン」、「フェノール」は定量せず

第參章 酸氣が葉を侵害する作用に關する諸説

亞硫酸瓦斯其他酸氣の被害は、常に先づ葉、莖等の葉綠組織に表はれ、其強く襲ひたる時には葉柄及新梢をも侵害す、然ども又稀薄なる酸氣が連續して感作する場合には葉に急性的の變調を顯はすことなく、緩徐なる變化——樹木の斯種可視害徴の第一階段としては早期の落葉最も普通なる如し——を與へ、其結果遂に全植物體の枯死を招くことあり。

然らば是等有害酸氣の葉に對する侵害作用の經過は如何に説明せらるべきものなるか、從來多くの學者により研究せられたりと雖ども未だ不明なる點多し。

モーレン (Morren) 氏の如く亞硫酸は葉の氣孔より瓦斯交換作用により、組織内部に侵入し致毒作用を爲すものなりと論ずるものあれども、又瓦斯の侵入が全然氣孔のみに關係なきを主張する學者なきにあらず、即ち。

シュレイダー (J. v. Schreider) 氏は酸類又は金屬性硫酸鹽等は、空氣中の水分と抱合して下降し、葉の全表面より單なる呼吸口よりにはあらず葉内に侵潤して水分

酸氣の侵害に關する諸説

を奪取し、蒸散 用を害し、樹液の交流を妨げ、遂に枯死を惹起すとなせり。

然るにネーゲリ (O. v. Niggeli) 氏は葉に於て酸氣の爲めに生ずる体内水分の奪取は、枯死の原因を構成するものにあらずして、亞硫酸は葉の細胞中の原形質の活動機能を衰微せしめ、其結果葉の乾涸を來すものにして、シュレイダー氏の所説は全く誤れるものなりと論じ、且つ實際葉細胞の乾涸情態は或有害原因により葉組織の攪亂せらるゝ時には、常に見得る現象なりと附言したり。

ハイゼルホフ及リンドウ (E. Heselhoff u. Lindau) 兩氏は葉細胞原形質の生理機能に及ぼす酸の作用は、酸の種類により異なれりとなし、亞硫酸は植物の蒸散作用を害するも、鹽化水素は同化作用を害するものなりと述べたり。

ウイラー (A. Wieler) 氏は亞硫酸は同化作用に害あるも呼吸作用に悪影響なきが如しと唱へ、且つ酸は葉の氣孔より潜入するものなる事を證明せり、而して空氣濕潤なる時の害作用が乾燥時より著甚なるは、關係的湿度高き天候状態にありては氣孔の開度甚だ大なるを以て、有害酸氣の侵入容易なるためなりと推論したり。

而して氏は酸氣は原形質を犯し、遂に之が破壊を招くものなるも、葉中の水分を

奪ふ爲め植物が害を受くるものにあらずとなし、尙説をなして曰く、酸氣は葉細胞内の酵素作用に大なる障害を與ふるものにして、澱粉の移轉作用は大に妨げらるると云へり、即ち一日の同化澱粉の量は、煙燻植物は正常植物より少しと。

氏は亦、酸氣の有害作用は葉に直接なる作用の外、土壤(地下部)に悪影響を與ふるものにして、彼の所謂慢性被害の如きは主として此影響より來るべしとなせり、然るに、

シュレイダー、ロイス及シュミット、ヂュモン (Schöder, C. Reuss, u. Schmitz-Dumont)

氏等は煤煙中の酸は降水と共に土壤に降下するも、決して植物根の生育機能を損傷するものにあらず、煤煙中の酸が植物生育機能に對して有毒作用を及ぼすは、全く其植物葉と接觸する場合に限るものにして、其一旦土壤中に入るや直ちに無害の状態に變ずるものなりと謂へり。

ネーゲル及ライコン (F. W. Keger u. G. Lakon) 兩氏は潤葉樹及針葉樹に於ける氣孔は、排氣中の有毒成分侵入の役目をなすものにして、亞硫酸の有害なるは其還元性及「アルデヒド」と結合する性により、同化作用を著しく害するにありとなせ

り、而して氏等は酸の侵入作用に對し、クテクラは何等保護作用を行ふ事なく、若し是を行ふ事あるも其は從屬的のものなりと考へたり。

其他二三學者の此方面に對する考説あるも、歸一する所なきが如く、今後の研究に依りて闡明せらる可きものなる可し。

吾人は酸氣の侵害作用に就て茲に其真相を明かにすると能はずと雖ども、此方面に對し二三行はれたる實驗結果に就きて記載を行はんとす。

(一)被害の度と亞硫酸吸收の度は一致せず

シュレージャー氏は煤煙による被害植物を分析して、總ての葉は亞硫酸瓦斯の少量を攝取する能力ありとし、被害植物中には硫酸の含量を増加するの事實を擧げたり。

即ち氏は縦煙害に對し最も抵抗力少なきもの(及ハンノキ抵抗力比較的大なり)の枝を採り、之を密閉したる硝子室(内容一萬六千二百立方糎)中にて一千分一の濃度の亞硫酸に接觸せしむる事三十六時間にして、之を取り出し分析したるに乾物百分中硫酸量左の如く相異し、亞硫酸を吸收せるの事實を示せり。

被害の度と亞硫酸吸收の度は一致せず

植物部	亞硫酸に接觸せず	亞硫酸に接觸せり	後者の前者に對する比
一年生葉	〇、一七五五	〇、二三五五	一三四
老葉	〇、二九六〇	〇、三三九五	一一四
枝及樹皮	〇、〇四二六	〇、一〇七五	二五二
葉部	〇、一三一〇	〇、五五七四	四二六
ハンノキ枝樹皮及葉柄	〇、〇五六八	〇、〇八四一	一四八

今又之等の吸收量と葉の面積との關係を比較するに赤楊の乾葉一gは一五〇、四一平方センチメ、の葉面を有するを以て其一〇〇〇平方センチメ、は六、六五gに相當し、縦の乾葉一gは九二、六四平方センチメ、の葉面を有するを以て其一〇〇〇平方センチメは一〇、七八gに相當す。

之を前成績の硫酸量によりて計算するに一〇〇〇平方糎の葉面の吸收せし亞硫酸の容積は一年生縦葉にありては一、八、其老葉にありては一、四、赤楊葉にありては七、九立方セメ、なり果して然らばハンノキは亞硫酸に對する抵抗力大なるに拘らず、其吸收量の大なるを知るべく實に同面積の縦葉に比して約五倍の多きに達す、即ち此事實よりシュレージャー氏は或期間に於て植物葉面の同一面積より吸收

したる亞硫酸量の差を以て直ちに煙害に罹りたる程度の差となすべからずとの結論を與へたり、蓋し植物の各機關は硫酸に侵害せられんとする場合に之に對し抵抗力一定せざるを以て、單に吸收せる酸量より異種植物の被害程度を測定せんとするは誤れるものなり。

著者は又煙害地に於ける各種の植物に就て、或は同一植物の或時期に於て、葉の一定面積に對する硫酸量を比較檢定したれども、興味ある數字を得る事能はざりし。

(二)氣孔と酸瓦斯吸收の關係

氣孔が悪瓦斯侵入口として作用する事は多くの學者によりて稱導せられ、又植物の種類により同程度の酸瓦斯に接觸するも亞硫酸の吸收量異なる事實は、人をして植物葉面の氣孔數又は氣孔面積と、酸瓦斯吸收との間に何等かの關係存するにあらざるやを考へしむ、然るにシュレーダー氏の實驗は其必ずしも然らざるを示せり。

即ちスピッツアホルン、榲桲、梨の四種の植物葉を取り、葉面一平方ミリメートル、中

氣孔と酸
瓦斯吸收
の關係

に有する氣孔數を計算したるものは、

植物	葉の表面	葉の裏面
スピッツ、アホルン	550	550
榲	346	346
榲	237	237
梨	91	91

亞硫酸は濃厚なる水溶液として陶製皿中に盛り、之等の植物を納めたる箱中に揮散せしめ、空氣の約一千分の一の濃度に相當せしめたり、斯くて一定時間の後其植物を分析して、乾燥物中に含める硫酸量を檢定したるもの左の如し。

植物	亞硫酸に接觸したるもの		亞硫酸と接觸せざるもの		比例(接觸せざるものを100とす)
	葉	幹部及葉柄	葉	幹部及葉柄	
スピッツ、アホルン	0.7579	0.1290	0.3279	0.0628	23.1
榲	0.8850	0.1415	0.3390	0.0385	26.1
榲	0.7875	0.0853	0.1751	0.0260	36.8
梨	0.853		0.0260		45.0

梨 葉
幹部及葉柄

〇、八二六六
〇、二四三六

〇、三三九〇
〇、〇七三四

二四四
三三二

次に葉と幹部及葉柄との重量比を求め、更に乾燥葉1gに相當する葉の表面積を算定し、更に之より一〇〇〇平方セメの葉面を有する乾燥物量、並に此葉に應ずる葉柄及幹部の重量を算定したり、則ち。

植物	植物 百分中		一瓦の乾葉に應ずる葉面積(平方セム)	一〇〇〇平方センチメの面積に應ずる葉量(g)	此葉に應ずる葉柄及幹部の量(g)
	葉	幹部及葉柄			
スビッツ、アホルン	六一、六八	八三、三二	一五八、四八	六、三一	三、九三
榊	四二、四〇	五七、六〇	一六九、二五	五、九一	八、〇三
棗	三八、六七	六一、三三	二〇九、四六	四、七七	七、五七
梨	三七、三三	六六、二七	一四六、七九	七、八一	一三、三八

次に各燻煙植物に就て一〇〇〇平方セメの葉面を有すべき乾燥葉中の硫酸量を秤定したり。

スビッツ、アホルン	葉	葉柄及幹部	合	計
	七、六	〇、七		八、三

榊	棗	梨
九、〇	八、二	九、三
二、三	一、三	六、四
一一、三	九、五	一五、七

即ち此表に就て見るに四種の植物に於ける酸攝收量は同じからずして、然も氣孔數の少なき梨に於て攝收量最も多く、氣孔多きスビッツ、アホルンに於て最低位を得たり、依て左の結論を下したるは當然なりと謂つ可し。

葉面の氣孔數と吸收せられたる亞硫酸量とは互に相比例するものにあらざ、此吸收量は専ら植物の他の特性によりて定まるものなり。

今左に前記四種の植物の外縦を加へて硝子箱中に於て千分の一の亞硫酸瓦斯にて數時間作用せしめたる後、乾燥葉を分析したる結果を示せば

植物	%	亞硫酸に接觸せり		亞硫酸に接觸せず	
		縦	スビッツ、アホルン	縦	スビッツ、アホルン
榊	〇、四四七〇	一、一二五五	〇、二六六一	〇、四四七〇	一、一二五五
榊	〇、七三四八	一、〇五七三	〇、二〇五〇	〇、七三四八	一、〇五七三
榊	一、〇五七三	〇、三二〇九	〇、三二〇九	一、〇五七三	〇、三二〇九

第三章 酸氣が葉を侵害する作用に關する諸説

ウイスリッセス氏は又松を晝夜に分ちて、亞硫酸の煙煙を行ひ其の硫酸量の檢定を試みたり、而して其結果同化作用休止し氣孔の閉塞せらるべき夜間に於ける煙煙と晝間、同化作用盛んなるときとの煙煙の結果亞硫酸の吸収量に大差なきを知り、氣孔が亞硫酸の吸収と直接の關係あらざるべきを述べ、酸氣はよく葉面の他の部分よりも自由に侵透し得べきものと論結したり。

ウイラー及ハルトレーブ兩氏は鹽酸の煙煙試験に於て同化作用の減退は、クロプラストの不能の結果と氣孔の閉塞せらるゝ爲めなるを説けども未だ確説なきものとす。

其他著者の實驗によるも煙害抵抗性と植物葉面氣孔の數との間に密接なる關係を見出し難く、又裏面のみに氣孔を有する植物と、表裏共に氣孔を分布せる植物とに就て觀察するに、亞硫酸の攝收と直接連繫ありと考へ能はざるなり。

各植物氣孔の檢定法としては表皮の剝離し易きものは、剝離して顯微鏡下に窺ひ一視野中の數を求め、數回の平均より一定表面積の氣孔を算出したり表皮の剝

蒸散作用との關係

離困難なるもの及他の多數の植物葉に就きては、別に乾燥せる鹽化コバルト紙を生鮮なる葉に接觸して、其赤變する時間を觀測し、葉の表裏に於ける氣孔の有無及數量の概念を測定せり。

(三) 酸の接觸と蒸散作用との關係

シュレーダー氏は亞硫酸の接觸に依り葉の蒸散作用に密接なる關係ありとなし、左の實驗成績を記載せり。

二本のスビツ、アホルンの枝を取り、(甲)は其葉を亞硫酸と接觸せしめ、(乙)は之と比較する爲め亞硫酸と接觸せしめず、其蒸發の關係を實驗せり、其方法は重量既知の二本の枝を一定量の水を充たせる水中に挿入し、一定時間を経たる後、罐中の水量を秤定し、又枝葉の重量を測り兩者を比較したるものにして、其成績は左表の如し。

試驗前枝の重量	三四、八五	三八、〇五
試驗後枝の重量	三九、〇三	三一、〇〇
右の差	(十) 四、四五	(一) 七、〇五
水分の總減量	八、一五	三三、〇五

枝葉中の蒸發水量
蒸溜水の吸収蒸發量
一平方セ、メの葉面
より蒸發せる水量

〇、〇〇
八、一五
六、八七

七、〇五
二六、〇〇
二六、一〇

甲の枝は五時廿分間亞硫酸瓦斯に接觸せしめたるが恰も葉色の變化を見んとする頃より著しく蒸發の速度を緩め、乙枝よりも勢きこと約五分一なるを見たり。然るに夕方に至りて枝も又蒸發を緩め夜に入りて殊に著しく其速度は殆んど甲枝のものと同ーなるを見たり、次に翌朝日光の直射する處に取り出したるに、蒸發速度再び急激なる差異を生ずるに至ると同時に、甲枝には葉面に微細なる水滴の汗狀に生ずるを見たり、但し日中に至りては甲枝も蒸發促進せられ全く乙枝に於けると同一なるに至れり。

即ち測定の結果に見るに乙枝に於ては蒸發は吸収に勝りたるを以て、枝の重量は七、〇五gを減少し、甲枝に於ては却て吸收量大なるを以て、枝の重量は四、四五gの増加を見たり、尙甲枝に於ては、中央葉脈の兩側部に光澤を増し、多少透明となれる事實を觀察し、之を檢せしに是等の部分は爾余の葉面に比し著しく含水量を増

加し居たるを知れり。

これにより植物が亞硫酸瓦斯に接觸するときは、其蒸發作用減退するを知るべく、過剰の水分は主として中央葉脈の兩側に飽滿溢出して、細微なる露滴をなすことありと、此關係に就ては次章に詳説すべし。

植物葉が亞硫酸接觸の爲めに蒸騰作用を阻碍せらるゝ事は、溫度、光線等外界の事情により影響せらるゝよりも一層激甚なるを是認し得べく、スビッツ、アホルンの外、檜山毛櫸等に就て行へる結果も常に右と同一なりしと云ふ。

然るにネーゲル及ラーコン兩氏は蒸散作用は亞硫酸によりて多く影響せらるる事なきを説き、只同化器官障害の結果として初めて明瞭に蒸散作用の害を來すことを論じたり、即ち蒸散作用の害は酸氣直接の害にあらずして、生活細胞枯死の結果發生する第二次的のものなりと。

即ち氏は亞硫酸を以て處理したる多くの植物は、蒸發作用のみならず水分の吸收輸送等の諸作用皆被害あるの事實を認め、且つ、正常植物に於ては水分吸收及排出の關係は平衡を保つものなるに、煙害に罹りたるものは水分の排泄量が常に吸

收量に超越し其の爲めに稀有の乾燥現象を呈するなりと云へり。水中に浸したる切枝の煙煙實驗に由るに、水分の排泄は最初甚だ急激に進み然る後、枝内に保有せる水分を蕩盡せるとき、再び急激に減退するに、健全なる標準枝にありては排出量は常に大差なく、只

日中と夜間とにより微少なる偏差を示すに過ぎずと、此關係を模型式に示せば第二圖の如し。

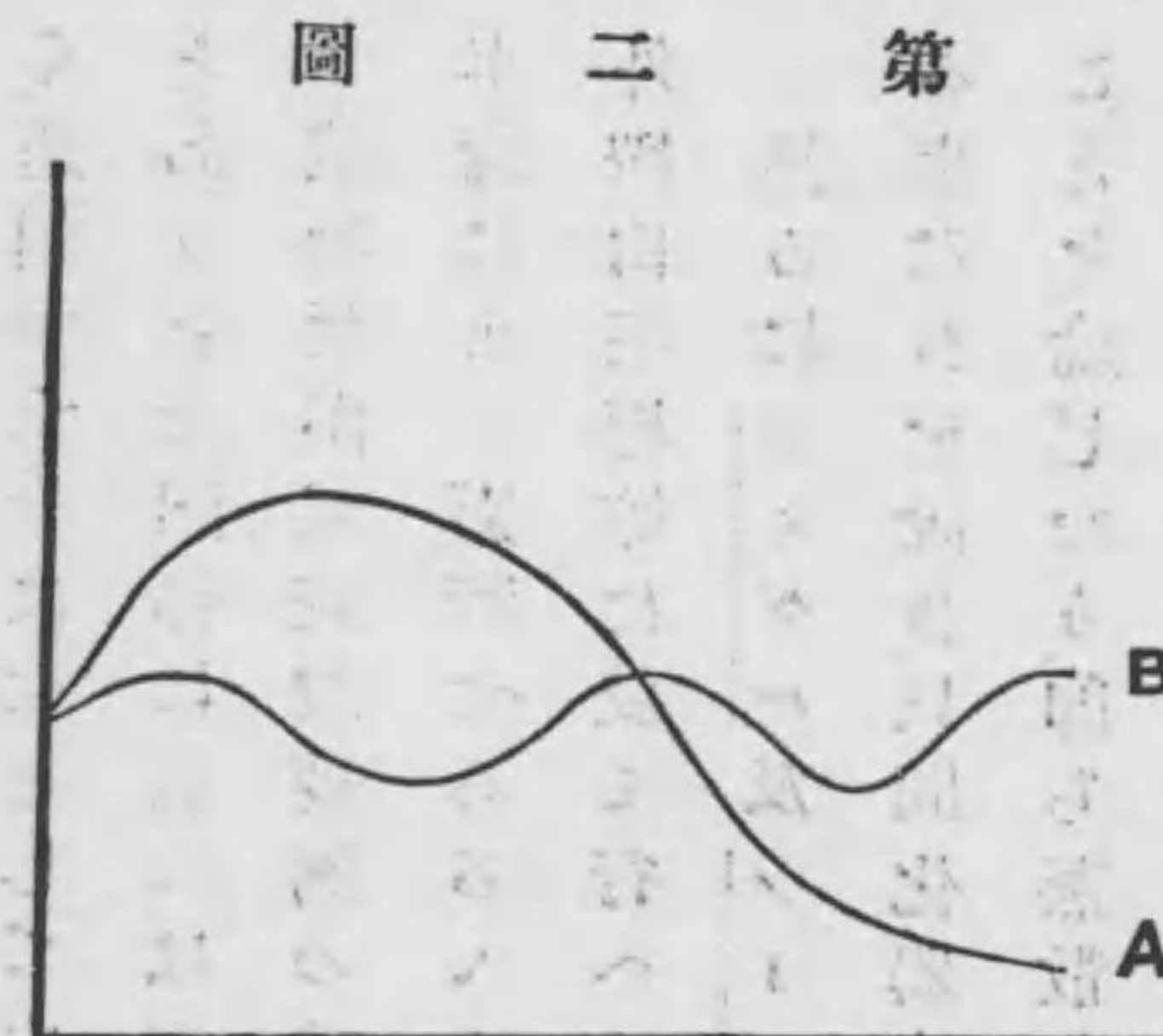
(四) 酸の接觸と同化作用との關係

酸の接觸による葉綠素破壊の事實を知らば、同化作用の害せらるゝは自ら明かなるべし、實にスタックハルト、シュレィダー、

イライ、ウイスリッ、セヌス諸氏皆酸の接觸に

よる同化作用の障害に就て記載し、且つ同化作用の盛んなる程煙害の強き事を實驗に依りて證明せり、又ネーゲル及ラーコン兩氏は亞硫酸は細胞の活勢的なる程

同化作用との關係



水分排泄量を示す模型圖

(A) 煙煙葉 (B) 健全葉

一層激烈に作用するものなるを明にし、同化作用と煙害罹害度とは平行すとなせり、即ち同化作用休止期に於ては大抵の植物は亞硫酸の著量に堪え得るものにして、(ブリジ)式も此事實を示せり、害を受くる事なしとし、亞硫酸が硫酸より害力強きは恐らくは亞硫酸が同化作用を攪亂する事の強きによるべしと云へり、加之亞硫酸は同化作用に由る第一生産物たる「アルデヒド」と結合する力強きものなり。今酸が同化作用に及ぼす影響に就てウイラー及ハルトレブ氏が鹽酸を用ひて行ひたる實驗の一部を引用すべし、氏はエロデア、カナデンシス (*Eloidea Canadensis*) を用ひ實驗中は光線溫度を一定状態に保ち、又實驗水中の炭酸含量を常に同様にし、氣泡計算法 (*Gasblasenzählmethode*) によりて發生する酸素の量を計算せり。即ち炭酸を含める水中に沈めたる場合に發生せし氣泡數と、これに少量の鹽酸を加へたる場合の氣泡數とを比較したるに、鹽酸中に於ては氣泡數を減ずるのみならず其大きさを縮小するを見たりと。

又氏はブナ、檜、菜豆を實驗材料として鹽酸蒸氣を作用せしめ、其實験前及終了後に於て葉内澱粉量を「ザックス」法によりて檢定せり、此方法に依り澱粉構成の衰退は

容易に之を認識し得らるゝと雖ども、同化作用の障害度はこれを決定すること能はざりし、尙此方法による實驗中興味あるは、酸に接觸せしものは澱粉の移轉作用遲滯せらるゝ事なりき、而して此事實は一面に於て酸の後働(Nachwirkung)の存在を語るものにあらざるなきか。

呼吸作用との關係

(五) 酸の接觸と呼吸作用の關係

ウイラー及ハルトレーブ兩氏は精密なる同化作用の測定を行ふには、別に呼吸作用の度を研究するの必要ありとなし、此に關する研究を行ひたり。

一般に植物は傷害を受くるときは呼吸作用の昂進を見るを以て、酸の影響によりても同様に呼吸作用増進せらるゝ、や否やを試験せり、其結果によれば同一植物にても呼吸作用は爾來人の許容したる如く決して不變のものにあらずして、一定時期の經過後葉内に呼吸物質の消耗するにつれて機能漸減するものなるを觀たり、ブナにては明確なる週期(Periodicität)の觀察せらるゝあり、即ち呼吸機能は夜間に於て突然昂進し最大極限に到達し、それより次第に衰頹す、而して日中又最大度に達し毎時稍持續するを見る、而して第二日に於て其最大度は第一日の高度に達

冬期の煙害

せず、又最小度も第一日のものより降下せり、然るに櫛に於てはかゝる週期を認むる事能はずして短時間の後呼吸曲線は甚だしき彎曲を示せり、故に同化作用の實驗には呼吸作用を精細に確定するを必要なりとす、空氣十萬分中一容の鹽酸を有する器内にてブナの呼吸作用は約二倍に増進し、櫛にても同様の關係を示せり、依て日光下に於て呼吸作用と同化作用と同時に進行はれたるものとして、其炭酸瓦斯の同化量を算出せしに數回の實驗に於て鹽酸蒸氣の影響を受けたるものは約五〇—六〇%の損耗あるを實驗せり、勿論此數量的關係は測定上多くの困難あるを以て、一般に應用せん事困難ならんも、少くも同化作用の減耗と呼吸作用の昂進とは否む能はず。

(六) 冬期の煙害に就て

ハルチヒ(Hartig)氏に依れば冬期に於て大抵の潤葉樹は有害煙の害を蒙る事なしと雖ども、常綠なる針葉樹は此時期に於て却て危険なりと、これ蓋し霜及雪は好んで亞硫酸を吸収して硫酸に變ずる性あること、又積雪は數日の後酸の多量を含む有するに至るものにして、市街にありては冬期は夏期に比し石炭の消費量著しく

増加するものなればなりと説けり。

然るに此説には兩方面より論駁あり、即ちウイスリッセス氏は實驗により、常緑針葉樹は生育休止期に於ては生育期に比し瓦斯の被害極端に少なく、縱令冬期は空氣中の酸量増加著甚なるも、其影響は寧ろ前記抵抗力に及ばざること遠きを認め、以つてハルチヒ氏の亞硫酸が酸化して硫酸となり侵蝕作用をなすとの實驗は餘りに牽強附會なりと駁したり。

ネーゲル及ラコン兩氏も亦ウイスリッセス氏と同一の意見を發表せり、著者も此時期と耐煙性の關係に就て從來各種の實驗を行ひたるに、何れの場合に於ても常に冬眠期が常緑樹の耐煙力を増す結果を得たり、之れ松柏科植物は冬眠期に於ては全く同化作用を停止するか或は僅に之を營むのみにして且つ葉は「クチクラ」形成細胞壁肥厚等形態的に耐煙性に變ずるに職由すべし、著者の同僚山田利雄氏が赤松、黒松、杉、朝鮮松の四種に付勢力均等健全なる者を選びて十二組に分ち一樹種二ヶ宛大正二年四月より翌年三月に至る各月に亘り、月始めに一回一時間、二萬五千分一、中旬一回、二萬分一の濃度の亞硫酸を以て都合二回宛煙煙したる成績に

よるに、生長期には何れも被害現出したるに拘らず冬眠期は無害なりき。

大正二年四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	大正三年一月	二月	三月
赤松	無被害	微	激	中	中	中	無	無	無	無	無
黒松	無被害	微	中	激	無	無	無	無	無	無	無
杉	無被害	無	微	中	微	微	微	無	無	無	無
朝鮮松	無被害	痕跡	微	微	無	無	無	無	無	無	無

又大正二年より翌年に亘り前實驗に用ひたる如き黒松、赤松、杉、花柏、樅、榧、扁柏、獨逸唐檜、朝鮮松の試苗に付き、生育旺盛期及休眠期に於ての感應極限濃度を實驗したるに次の成績を得たり。

生育旺盛期(七月九月)

休眠期(二月四月)

黒松	四萬分一	一萬二千分一
赤松	六萬五千分一	一萬分一
杉	四萬分一	一萬分一
榧	一萬五千分一	七千分一
樺	一萬五千分一	六千分一
花柏	二萬分一	六千分一
扁柏	一萬五千分一	五千分一
朝鮮松	三萬五千分一	五千分一
獨逸唐檜	二萬五千分一	四千分一

(注) 此濃度は計算濃度にて測定濃度にあらず

以て冬期に於ける抵抗性の強さを知る一助たるべし。

ネーゲル、ラコン兩氏は冬期状態の樺及唐檜の枝を切り取り、之を各種濃度の硫酸液中に浸し、或時間の後取り出してよく水洗したる後其外貌の變化を観察せり。

(一) 唐檜 (一九一二年十月より十一月に亘る)の滲透試験

浸漬時間	硫酸の濃度	作用
一、三、六、八、二四、四八、七二時間	N/30 N/20 N/10	何等作用なし

(二) 樺 (一九一二年十一月)

二四、四八、七二時間	N/2 N	作用なし
一七時間		所々劇害あり
二四時間	2N 2N	僅かの葉が強く漂白せり
一七時間		右に同じ
七二時間	1 1/4 N 4N	葉は僅かに赤色となれり

(三) 樺及唐檜 (一九一三年二月)

二四時間	N	擬、一二三年生の葉は大部分枯死せり只幾部分健全なるもの残れり
七二時間	1 1/2 N 3N 2N	最幼葉(一九一二年)は凡て健全 唐檜、僅かに變色し大部分健全、幾部分漂白せり 樺、最幼葉は凡て綠色を保てるが古葉は大部分變色 唐檜、大抵は綠色にして所々に漂白あり 樺、最幼葉健全その外は古きもの程、病的現象著し

七二時間

N/2	
N/4	

第三章 酸氣が葉を侵害する作用に關する諸説

七十二時間

N/8

唐檜、大抵綠色、所々に漂白あり
縦、(一九一二年)葉は健全にして(一九一一年)葉は一部分病的(一九一〇年)葉は全部病的

七十二時間

N/16

唐檜、同部健全
縦、唐檜共健全

九六時間

N/32

縦、殆んど作用なし僅かに葉に漂白
唐檜、作用なし

九六時間

N/64

全部健全

右の外唐檜及縦の枝をN/16の濃度にて一ヶ月半作用せしめたるものは七十二時間のものに等しく、即ち唐檜は更に異常なく、縦は黒幼葉は不變にして古きもの程褪色著しかりき、

(四) 縦及唐檜 (一九一三年四月)

二四時間

N

縦、總葉激害、最幼葉(一九一二年)害少なし

七十二時間

N/2

唐檜、微害、最幼葉無害
縦、總葉劇く褐色

七十二時間

N/1

唐檜、只僅かに所々微變色
縦、最幼葉の一部健全なるも古き葉の大部分褐色

七十二時間

N/8

唐檜、只幾部分の古き葉變色せり

七十二時間

N/16

縦、幼葉殆んど無害なるも古葉變色

九〇時間

N/32

唐檜、全針葉殆んど健全

兩者共殆んど健全なり
縦、葉は強く變色せり

唐檜、殆んど無害なり

(五) 唐檜及縦の滲透試験

枝の先端部の葉に刺孔を穿ちたる後相當濃度の液中に浸漬し空氣ポンプを以て枝内空氣の排泄を行ひたる後放置するときは常壓にても葉内に浸透作用を生ず。

N/10の濃度の硫酸にては被害なし。

N及N/2の濃度にては四五時間の後前者は、強く害せられ後者は其害稍輕かりし。

N/10、N/8、N/6、N/4の各濃度のものを用ひたるに一—二時間の後N/4の濃度のものは明かに被害作用を示しN/6、N/8のものは甚だ弱き辛ふじて見得らるゝ程

度の被害を認めたり。

(六) 唐檜及樅の滲透比較試験

硫酸の濃度	
N/4	樅
N/6	強害
N/8	可成の被害
N/10	明かに見得る被害
	唐檜
	可成の被害
	僅かに害を見るのみ
	明かに見能はざる被害
	無害

尙生育期間實驗を遂行したるに唐檜及樅の感應度の極限は N/32 — N/64 の間にありしと。

而して氏が是等の實驗より次の如き注意すべき事實を知れり。

(a) 稀薄なる硫酸を以て潤すとき樅は唐檜よりも遙かに感じ易し、此關係は實地の經驗と一致す、而して樅が唐檜よりも感じ易きは、其同化機能が感應鋭敏なる爲めなるか、或は他の原因に基くやは茲に斷言する能はず。

(b) 一年中各時期に於て行はれたる實驗を比較するに、生育休止期に於ける感應は生育期に於けるものよりも遙かに少なり、而して此結果は偶然にあらず、即ち煙

煙室に於けるウイヌリッセス氏の報文に見るも冬期状態にある植物は、盛んに生長せる時期のものより被害少なき關係存在するものなり。

一年中の時期と感應度と相違する關係は、濕潤實驗並に滲透實驗によりて明示せらる。

即ち滲透實驗に於て冬期に於ける感應度の極限は N/10 の濃度なるに、夏期に於ては N/32 — N/64 なるを以て見れば、夏期被害に鋭敏なるは明かなるべし。

(c) 從來全然期待せざりしは樅及唐檜に於て硫酸溶液に作用せらるゝ時、其感應度は葉の年齢の増すに従ひ著しく増加する事とす、即ち幼葉は老葉より硫酸に對し抵抗力少なりとは從來一般に信ぜられしが此實驗は全然豫期に反せり。

第四章 被害顯出と諸因子

第一、立地的關係

植物の生育せる土地の良否は被害情態に重要な關係あり植物の耐煙性は植物の種類間に強弱あるは勿論なれども、立地の關係によりて支配せらるゝ事洵に大にして適應性の發揮も亦良好なる立地に於て最も良く現はるゝものなり、現に適潤肥沃の林地に生長せる林木は乾燥せる峯通りの夫れに比して、常に被害に罹り難きの事實あり、農作物に就ても肥培適良なる圃地には被害を現出せざるに拘はず、貧弱なる生長をなせる圃地には容易に被害を見るものとす、此の事實に就きては既にシュレーダー及ロイス氏(Schöder u. Reuss)パーゼルホッフ及リンドウ(Hasselhoff u. Lindau)氏も共に其の著書に於て説明せり、されば煙害地の農林業經營者は特に種類と適土の關係を注意し肥培に一層の努力を爲さざる可からず。

適潤なる沃土に於て被害に罹り難きは植物の感煙力の減少によるや、又は恢復力の増加にありやに就ては未だ判然せざる事多けれども、恐らく此兩者の共同作用なる可く就中旺盛なる恢復力が影響大なるやの感あり。

第二、温度

空氣の温度は單獨にては植物の被害現象に直接の影響なし、只温度上昇せば同

温度との
關係

化作用自ら促進せられ而して植物の感煙度は同化作用の盛衰に比例すと云へば間接には關係深きは勿論なり。

温度は濕氣其他の因子と復合するに由りて始めて有害に作用するが如し、例へば急激に氣温降下し空氣が過飽和の状態となり露霧を生じ、葉面濕潤となりたる場合の如き即ち被害顯出と密接の關係を生ずべし。

蒸暑 || 高き氣温、強き温度及空氣の動搖、少き三條件の混合したる情態を云ふ || の天候と、寒濕の天候と孰れが植物の酸害に影響大なるやを吟味すれば大要次の如し。

寒冷にして濕潤なる空氣は冬季に多く、温暖にして濕潤なる空氣は夏季に現はる、而して寒期の濕潤は暑期の夫れに比べ著しく絶對温度小なるのみならず、前者の關係湿度は後者のものより常に小なるの傾向あるものなり、換言すれば寒冷なる濕潤は不安定なる持続性を有し其關係湿度を低下し易きに反し、温暖なる濕潤は過飽和となり易く且つ比較的永く飽和情態を持續する傾を有す、而して關係湿度の大なる程排煙の瀾散力を減殺し煙流に下降性を與ふるを以て濃厚なる有害

成分を植物に接觸せしめ且つ高温による植物生理的作用の昂進は酸の害作用を著しく媒助するものなり。

其外空氣の溫度は濕氣に比し空氣の比重を支配する影響數倍大なるを以て、空氣の比重が排氣の浮力に及ぼす影響を顧慮する時は、溫度は排煙の擴散狀態に直接の連繫を有し曳て被害との關係を生ぜしむべし。

第三、濕氣及下降物

空氣の關係濕度は被害作用と大なる關係あり、濕度高きときは排煙の分散を妨ぐるのみならず、植物の蒸騰作用を妨げ被害顯出に關係あるのみならず、又排煙中の亞硫酸の凝縮酸化等に密接の關係を生ぜしむべし。

フレーターグ(Freytag)氏は鑛煙の害作用は有害成分の濃度の差に従ひ相違するは勿論、空氣中の溫度の關係により影響に著しく差違あることに注意し、先づ空氣が乾燥せる時の作用強度を試験せんと欲し三葉草、小麥、燕麥、菜豆の「ポット」植物を實驗前二十四時間氣燥の場所に置き、然後濃厚なる SO_2 を含める空氣を鹽化石灰にて充分乾燥したるものを送入し、三十分間作用せしめたるに何等變調を認めざり

濕氣及下
降物との
關係

しを以つて、晴朗なる乾燥せる天候に於ては SO_2 は植物に對し絶對的に無害なりと斷定したり。

然るにシュレィダー及ロイス兩氏は此を駁して曰く、フレーターグ氏の説は實驗箱内の人工的乾燥狀態と普通大氣中に發生しつゝある氣燥狀態とを混合したる謬説にして妄斷も甚だしと。但しリチャードソン及スミス(Richardson und A. Smith)兩氏其他の實驗及著者の煙煙器内にて麥類及樹苗の「ポット」植物に就きての實驗より見るに、乾燥度大なる空氣は SO_2 其他の酸瓦斯の作用を或程度迄制限するものなることは確實なりとす。空氣中の酸瓦斯及固形體は雨天に際し洗滌せらるゝ作用あり、故に曇雨天には煙突瓦斯の擴散を非常に害し硫煙の下降を促進し、植物に接觸の機會を多くすることは實地に屢々經驗する所なりと雖も、第三章に記載せるが如く降雨中の酸は煙源近所に於てすら、直接植物體を蝕害する程の濃度に達すること決してなく、又曇雨天の通發作用及葉面酸水の蒸散は頗る遲緩なるを以て、降雨は煙害關係上は寧ろ好條件たる場合多きものなり、而して豪雨なる程益々良好なるものなり。

雨の種類より考ふるときは瓦斯體の溶解力は外界の情態同一なるときは、雨滴の小なるもの程愈々多きものなり、而して雨滴は冬季には一般に夏季より小なるが故に、單に雨滴粒の形のみより論ずる場合には、夏季の降雨は冬の雨より排煙中の瓦斯吸收量尠き理なり。

露及降雨後の葉面に保留せらるゝ水滴及積雪は降雨よりも酸吸收量多く、且つ其後に來る蒸發作用の爲めに濃稠となるものなれば、降雨の害に較べ露の害力は甚だ激しきものにして、早朝或は雨後濃厚なる煙流の低く變遷きたる時に露滴を振拂へば所々に變色せる小斑點を見ることがあり又雨後蒸暑に際し被害の現出し易きもの一は此の關係に由るものなり。

第四、光線

光線は被害の顯出と最大なる關係を有す、亞硫酸は暗所に於て休止せる葉綠素を犯すよりも、光線下にて同化作用を營める葉綠素を侵害する事容易にして且つ峻烈なる性質を有するを以て、白晝の襲煙は、暗夜の夫れよりも一層危険性を帶ぶ、然るに實際快晴なるときは被害少なく夜間又は曇濕の天候に被害多きを見て光線

光線との關係

の影響の左程重大ならざるを疑ふ者無きに非ざれども、是れ兩場合に於ける排煙の下降性、分散状態等の差異により土地と植物との接觸状態に著しき軒輕を生ずる結果なり。

盛夏の日は各眠期の夫れより數倍の活勢を有す、又一旦感應せる被害葉も罹害後の光線照射の景況に隨ひ可視兆候の現出及度合に移動あり、罹害後曇雨天に曝さるゝ被害葉の斑紋は、罹害直後強光線に曝されたるものゝ斑紋に對照して、單に斑紋の色調を異にするのみならず尠くも外貌可視徵候の程度に於て非常に輕微なるものなり。

シユレージャー氏は樞の枝二本を取り四千分一の亞硫酸濃度の鐘内に入れ、夫れ夫れ(甲)標準(乙)室内(丙)光線下の三つに區別して處理し、二晝夜の後之を檢せしに丙のみ被害大にして乙は大に劣りたりしと。

其後枝の重さを秤量したる結果を見るに左の如し、

標準(煙煙せず)

煙煙後暗所

煙煙後直射光線下

試驗着手の際

七六、七五

七三、八五

七四、三五

第四章 被害顯出と諸因子

九三

實驗煙害鑑定法

試驗終了後	七六、七〇	七四、二〇	五八、二五
差引	(一) 〇、〇五	(十) 〇、三五	(一) 一六、一〇
吸收して後蒸發したる水量を千平方センチメの葉面に換算すれば	二一、五七	一四、四七	一四、一九
終了後乾燥針葉一〇〇分中の%	〇、一二四	〇、一七一	〇、二〇〇

ウイスリッセス氏は慢性煙害に就て實驗せり、

(1) 七年生唐檜十六本を七月十二日より八月二十四日まで、標準晝間煙煙夜間煙煙の三區に分ち試験せしに、夜間のものは濃度の大きなりしに拘らず被害を發生せざしが、晝間のものは二週間にして被害を現はし四週間にして全然枯死せりと。
 (煙煙濃度は五十萬分一より二十五萬分一五萬分一に漸次増加したり)。
 (2) 七年生唐檜を冬期間晝夜に分ち煙煙したるに、晝間のものも夜間のものと同様害を表はさざりし、故に冬期は夏期に比べ被害少なきを知る可し、左に灰分及硫酸分の分析結果を掲げん、

夏期實驗

番號	晝間		夜間		標準	
	灰分	乾物中の%	灰分	乾物中の%	灰分	乾物中の%
一	三、五五	〇、五二〇	八、二八	〇、三〇九	四、八八	〇、二二二
二	三、六〇	〇、三九四	三、八六	〇、三四二	四、五〇	〇、二二三
三	三、四五	〇、三一八	五、三五	〇、四七七	三、七二	〇、二四三
四	三、二八	〇、四九九	三、八二	〇、五二三	三、八五	〇、二八〇
五	二、七八	〇、三八〇	四、八二	〇、四七五	—	—
六	三、八七	〇、四一五	〇、四八	〇、三九一	—	—
平均	三、四二	〇、四二一	五、〇四	〇、四二〇	四、二四	〇、二四五

冬期實驗

番號	晝間		標準	
	灰分%	乾物中の%	灰分%	乾物中の%
一	三、八七	〇、五三二	四、八四	〇、四四一
二	四、三二	〇、五四三	四、八〇	〇、三三九
三	四、三六	〇、四五六	四、四六	〇、三九〇
四	四、三二	〇、四一九	四、六二	〇、四六〇
五	四、八六	〇、五一七	四、五八	〇、四六〇
六	四、六四	〇、四九二	四、六四	〇、四〇八

第四章 被害顯出と諸因子

實驗煙害鑑定法

七 四、六二 〇、四二二
 平均 四、四二 〇、四八三
 〇、三九二
 四、六六 〇、四〇五

冬期標準植物に多きは一つは老葉の多きによるなるべし。
 著者の同僚雲野潔氏は大正四年大麥(品種穂揃)に就き左の三回に於て濃度一萬分一にて四十分間宛燻煙し日光の存否に依る葉機罹害程度を比較せり。

區名	試驗事項	葉面罹害歩合%			備考
		三月廿五日	四月十日	四月廿七日	
一、	直射光線下に燻煙後室内に置く、 反射光線下同上、 暗所にて同上、	二六、〇 二五、〇 不明	二、八 二、七 一、二	七、一 六、三 一、八	葉面罹害歩合とは各被害葉毎に其被害部と被害葉全葉との長さの比を求め之を合計し全葉數にて除したるものなり。 第一區、第二區の兩區は同日の燻煙なるも其時間を異にするを以て別々に之を視るべし。
二、	反射光線下に燻煙の後に直射光線下に曝す 反射光線下に燻煙後室内に置く、 同、 暗所に置く、	二六、八 二六、〇 二五、〇	二、五 一、二 一、〇七	六、三 四、七 三、二	

尙麥及煙草等に付他の實驗に於ても燻煙後永く暗室に置きたるものは其罹害部初め稍光輝を發し、暗綠色喪水状態を呈し明かに其兆候を認め得るも、日を経る

と共に變色萎凋何れも漸次恢復に向ひ、數日後には肉眼上全く被害部を指摘し得ざるに至れるを見たりと云ふ。

又同様に枹、朝鮮松の幼苗を鉢植したるものに付山田利雄氏が直射光線下及反射光線下、無光線下に分ちて燻煙したる成績によるも、大正二年七月より同十一月に亘る光線の被害徵候現出に重要な關係あるを知るべし。

二萬分一燻煙(枹)朝鮮松	直射光線下		反射光線下	
	最激害	微害	無光線下	極微害
三萬分一燻煙(枹)朝鮮松	激害	微害	無光線下	極微害
四萬分一燻煙(枹)朝鮮松	微害	無微害	無光線下	無微害

風との關係

第五、風

排煙を或土地に運致するは風なれば風の流と被害とは大なる關係を有す、煙源より或方向の風流行する時は其方面に於て煙害帯を表はすべし而して此影響は急性煙害と共に慢性煙害に於て大なるものあるを見るべし。

單に煙源と植物との距離を以て煙害度と密接の關係ありとなすは一の誤解なり。風向關係は寧ろ甚だ重要なり、排煙は距離の遠きに從ひ稀散する事は事實なれど、其效果は比較的に微弱なり、殊に排煙が自己と同一の速力を有する空氣の平行流中に入る時は、可成遠方に運致せられて尙相當の濃度を保つべし。

煙突の高低は氣流に關係して排煙分散上重要な關係あり、此點に關しては未だ確實なる研究成績なしと雖ども、煙流の土地粘着性及地面風速の減退等の點より考へ、高き煙流の擴散可能性あるは否み難かるべし、只此場合排煙口の高低と擴散能率とは事業の程度、地形、風向回数其他複雑なる因子の組合せに支配せらるゝを以て、茲に一般的の説明を爲すこと能はず。

第六、地形

地形が排煙の分散情態を左右する關係は頗る重大なるものにして、隨て煙突の高低と地形とは煙害の發生に密接なる關係を有す、普通澤通に設けられたる煙突の排煙は澤上に向て破壊力を逞ふするは各所の煙害地に通有なるが如し、又主風向に平行に趨走せる溪谷は煙害最も劇烈なるに反し、是に直角に交叉せる山脈は

地形との
關係

良好なる防煙壁をなし、煙の分散、轉向、停滯等彌散を助勢する働き強きものなり、されば煙突頂より高き障害物は該物以内の地域に向つて害を増す代りに、後方に對する保護をなし、煙害地域を制限するの作用を營む、是れ防煙林設置の有利なる一理由なりとす、故に工場設置に際しては地形と事業の種類及規模とを考察し、排煙口の高低を研究せざる可らず。

通例山巔部は谿谷及山腹よりは煙害著大なるものなり、左に其理由に就て概説せん。

(a) 植物體に觸接の機會多し、工場排煙は木材の煙と異り集團性强し、殊更高き煙突より排出するものは低所の其に比して平行に早く流走するの傾向旺なるものなれば、峯筋の如き突出部は風の衝路に當り自然接觸の機會多きものなり、且つ峯筋は一般に風力強くして瓦斯及固形體の植物面に衝擊する力劇し。

(b) 後働は峯通に著し、山谷兩地にて同一程度の被害に罹りたる場合を假定するに、罹害後の外因が被害の消長に大なる關係を有するは前各項により亮なり、而して突出部は低濕地に比べ、光線照射の時間長きを以て後働の劇しき事勿論なり。

(c) 罹害後恢復力少なり、一般に森林立地學上より考察すれば峯通りは谷部より地力劣惡なるを常態とし乾燥し易し、而して立地的關係が煙害抵抗力就中恢復力に大なる影響を有する事は既に論じたる所なり、殊に風は不斷濕氣を奪去し蒸騰作用を旺盛ならしむるを以て水分缺乏に陥り易く同時に風の機械的衝動は植物體を萎微せしめ抵抗力を羸弱ならしむるものなり。

第五章 被害顯出と酸の濃度

幾何濃度の亞硫酸氣が大氣中に存在する場合に、植物に對し有害現象を呈するものなるか、これ從來多くの學者により研究せられたる處なれども、一定の規矩準繩により律し得るものにあらざるが如し、

即ち植物は一般に有害なる物質に對し內的に或程度まで抵抗力を有するもの

種々の事情により
差あり

にして、其抵抗力は植物の種類により品種により又個體により著しき差異あり、又一個體に於ても器官により影響を異にし、同一器官に於ても老幼の區別によりて自ら差なき能はず。

縱令亞硫酸瓦斯の濃度が同一なる場合に於ても、氣象狀態の變化例へば晴天なるか、曇天なるか、雨天なるか、風向の如何、風力の強弱、溫度の高低等によりて被害の現出に大差あり、甚だ複雑なるを以て決して被害現出と濃度との關係を的確に表明する事能はざるを思はしむるものにして、只或る限界の濃度關係(或植物に對し或年齡にて氣象狀態の斯かる場合、決して被害を見ずとか或は必ず被害を見る可しの類)を知り得るのみにても大なる便益を得べきなり。

嘗てモイレン(Moiren)氏は大氣中亞硫酸は五萬分一の容積濃度にて有害作用を營むものなりと唱へ、フレイターグ(M. Freytag)氏は實驗の結果より農作物は七萬四千分一(〇.〇〇一三五%)以下の濃度にては害せらるゝ事なく、五萬五千分一以上にては有害に作用すとなしたり。

然るにステックハルト(Stöckhardt)氏及シュレーダー(J. v. Schröder)氏は唐檜を用

被害極限
値に關す
る諸學者
の説

ひて實驗を行ひ、百萬分一(〇.〇〇〇一%)の濃度を用ふるも其接觸回数多ければ(例へばシュレダー氏は五八三回、スタックハルト氏は濕潤状態にて一八四乾燥状態にて三三五回葉及枝に變調を表はし遂に落葉するを見たりと云へり。
 ウイラー(A. Wieler)氏も稀薄の酸がよく植物を害するを實驗せり、ウイスリッセヌ(H. Wislicenus)氏は自然に於ける森林植物に關し、大氣中五十萬分一容積の亞硫酸の存在は植物に對する無害限度なりとなし、(Unschädlichkeit Grenze)其以上を更に次の如く細別せり。

- 五十萬分一以下 無 害
- 十萬分一乃至五十萬分一 慢性被害
- 一萬分一乃至十萬分一 急性被害
- 千分二乃至一萬分一 針葉樹の多くは枯死す、
極めて激害を與ふ、
- 千分の二以上

我國に於ても嘗て村田林學士、坂野農學士の實驗は、略ぼ同様の數字を與へたり。
 ストクラサ(Julius Stocklase)氏は、主要作物、小麥、ライ麥、大麥、燕麥、三葉草、馬鈴薯、砂糖

燕に就て試驗したり、第一に〇.〇〇五%容積の亞硫酸にて煙煙せるに大麥、三葉草は七日、小麥、ライ麥は九日、燕麥は十二日、馬鈴薯、燕麥は十七日にて害作用を認めたり、然るに〇.〇〇七九%とせるに大麥、三葉草は五日、小麥は六日、ライ麥、燕麥は七日、馬鈴薯は八日にて枯死したり。

又氏は亞硫酸に對し松柏科植物は感應最も鋭敏なるを以て、唐檜、松、樅について實驗せるに〇.〇〇一八%(vol)にて三者共既に枯死したり、即ち唐檜は三日にて強く害せられ樅は四日、松は五日にて被害徵候を表はせり、〇.〇〇三六%となせるに尙、松柏科には長時間作用の後害を認めたりと、此實驗はターランドに於けるウキスリッセヌ博士の實驗と一致せり。

氏は被害の種類を左の三つに分ち、濃度關係に就て次の如く記せり。

- 急性被害 〇.〇〇七五(vol)―〇.〇〇一%の濃度にて發生す、
- 慢性被害 〇.〇〇七%以下
- 不可見被害 〇.〇〇〇一%以下の濃度にては、被害を出すや否やを決定し得ず故に此項に收む。

農商務省農事試驗場に於ては米丸技師監督の下に農作物に關する此種の實驗研究を行ひつゝあり、今氏の校閲に係る鈴木千代吉氏の著書中亞硫酸瓦斯接觸と煙害徵候發生に就き參照するに左の如し。

作物	瓦斯の濃度(害)	生育時期
水稲	百萬分の五	分蘗期
陸稻	十萬分の一	"
稗	百萬分の一	出穂期
大麥	百萬分の五	開花後期
小麥	十萬分の一	"
粟	十萬分の一	"
大豆	百萬分の五	" 三四接觸
蠶豆	十萬分二、五	生育初期
蕎麥	十萬分の一	"
苜蓿	百萬分の五	開花期
胡麻	百萬分の五	"
藍	百萬分の五	"
煙草	十萬分の一	"

又ウイラー氏が其著書に於て記載せる無水亞硫酸の被害に關する實驗成績の一部を摘録するに左の如し。

植物の種類	俱部分植物	接觸時間	試驗着手の濃度	被害の有無	發芽後四週間内外
甘藷		十萬分三	八千五百分一	無害	
高菘		百萬分の五	三萬分一	無害	
小松菜		"	二萬分一	有害	
茄子		十萬分一	一萬二千分一	有害	
草苺		十萬分二、五	七千分一	有少害あり	

植物の種類	俱部分植物	接觸時間	試驗着手の濃度	被害の有無	明暗	場所
小麥	嫩芽	七時	二萬分一	無害	明	所
稗	"	八時	三萬分一	無害	明	所
玉蜀黍	"	七時	二萬分一	有害	明	所
王蜀黍	"	七時十五分	一萬二千分一	有少害あり	暗	所
菜豆	鉢植	十時	十萬一千分一	無害	明	所
馬鈴薯	"	七時十五分	十二萬分一	無害	明	所

馬鈴薯	落葉松	小枝	十時間	十一萬分一	害あるが如し	暗所
			八時間	一萬四千分一	無害	明所
			七時廿分	八千分一	有害	

以上に依り濃度と被害の現出とを一定の關係に結び付くる事能はざるが如し、蓋し實驗の方法又は煙煙箱、煙煙室の構造等も是等の差異を生ずる一原因なるべし、ヘーウッド (Haywood) 氏の被害實驗も可成強濃度の酸瓦斯の接觸を行へり。

亞硫酸の人體に對する關係を見るに、レーマン (Lehmann) 氏によれば人體に對し一立方米中一一四庭 (〇、〇〇四 vol%) の亞硫酸は微害徴を表はし、〇、〇四%にては人類及動物の呼吸逼迫し、〇、〇五%にては生活不能なりと云ふ、然るに、唐檜に對する實驗によるに一立方米中二、八六庭、即ち〇、〇〇一 vol%にて既に害作用あり、〇、〇〇一%にて一二週間或は數日にて劇害を表はし、〇、〇一%にては幼き強勢なるものも一―二日にて枯死し、〇、〇五%にては數時間にて枯死す、故に急性被害の濃度は〇、〇一%なりと。

今此兩者を比較するに植物は人體よりも甚だしく感煙度強きを思はしむるも

のなり。

「イン
ク
チ
オン」
「イン
ク
チ
オン」
「イン
ク
チ
オン」

第六章 「インエクチオン」

「インエクチオン」(Injektion)は網狀變徵(Nervenzustellung)とも稱せられ又 Infiltrationとも稱する事を得べし、此現象は植物葉が亞硫酸瓦斯其他の有毒瓦斯にて煙煙せらるゝ時、葉組織中の水分變徵の大なる時に顯はるゝものにして、其標徴の特點は葉脈(主脈及測脈)を挟みたる部分に網狀淡綠色透明の條線を表はし、其他の葉肉部は暗綠色となるものをいふなり。

煙煙直後或は煙煙中に此現象を表はす種類あるも多くは煙煙後或時間を經過したる後始めて發現す、尙、インエクチオン現出の遲速及程度は樹種の差違煙煙處理法(明暗、湿度、濃度、接觸時間)煙煙後の取扱の外個性によりて一定ならざるべし。

一般に「インエクチオン」は被害の初期の現象と見做すべく、其特性としては葉組

織の乾燥の爲めに直ちに變兆を消失することなり、但し強烈なるものにおいては第二次現象とも稱すべき斑紋即ち急性被害徵候に移行す。

普通「インエクチオン」の輕微なるものにおいては一時的の變徵に止まり何等の障害を將來に残す事なかるべしと雖ども、又一時的にもせよ蒸騰作用を阻害するの事實を認むる以上は、「インエクチオン」の現象を表現せる場合に毫も生育阻害なしとは信ずる能はざるなり。

「インエクチオン」は酸の濃度大なる程、細胞内の物質變化盛んなるを以て早く表現すべく、若し又表現に時間を要する場合には、煙煙後或時間を経て始めて「インエクチオン」を認め得べし、而して刺戟作用により生じたる轉換作用の繼續時間は餘り長からずして、再び舊狀に復歸するの特性あり、之れ「インエクチオン」が左程強からざる時に消失するの理を語るものなり。

「インエクチオン」の發現は葉の組織が緊張性を保有するを根本條件とするを以て、生枝を水面下に切斷し之を水瓶中に挿入したるものに於て、最も鮮明に、最も容易に發生し、煙煙せるものに於ては、煙煙後水蒸氣の飽和せる場所に保たるゝもの

は發生早く且つ永く此徵候を保有す、而して此現象は注意深き觀察者に由り實地煙害地に於て目撃し得るものとす。

ウイラー (A. Wier) 博士はライン地方なる、クライネプロブステイ (Kleine Probstey) 及エシユワイネル (Eschweiler) 森林内に於て、櫛に明瞭なる亞硫酸の作用による「インエクチオン」を實見したりと稱し、著者も蒞蕪作につき土壤に濕氣の潤澤にして且つ曇天多濕の天候に於て之を實見し、此變徵が或時間の後全部消失し其消滅が罹害後の天氣の情態に由りて、遲速ある事、又莖を打ちたるものは其蒸發の急激なる爲めに早く消失する事を實驗せり。

植物の種類により「インエクチオン」を表はし易きと然らざるものとの別あり、樹木類にありては一般に潤葉樹に此特性著しく針葉樹に乏しきが如し。

而して「インエクチオン」は被害 (Beschädigung) とは全く區別するを要し、是れと大に趣きを異にするものなり、以下少しく「インエクチオン」の原因に關する諸種の見解を紹介すべし。

此種現象に對し最初に觀察を行ひ、生理學上の解釋を試みたるは、ターランド森

シュレー
ダー氏實
驗

林試驗場の化學者シュレーダー(J. v. Schröder)氏なりき。

氏は前既に記したる如くスピッツ、アホルンの枝に就て亞硫酸の煙煙實驗を行ひ、其際發現する葉面の浸潤微候の原因を説明して、酸瓦斯の蒸騰作用遲滞に基く葉組織内の水分過剰、就中葉面の水分分布の不均等の爲めなりと結論せり。

即ち亞硫酸の作用によりて水分の吸収、幹内の流動作用、葉面の蒸發の間に保たるゝ平衡状態を紊亂するにより、葉面組織中に於ける水分の分布、變調を呈し、殊更水分は葉脈及其周圍の柔組織部に停滯して、葉肉部に輸送を妨げらる、然るに枝の切面よりは氣壓の爲めに不斷水氣を壓入せられ、一方蒸騰作用弛緩の爲めに葉面の蒸發量は常に水分攝收量に劣るを以て、葉内の水分含量著しく増嵩し、遂には葉脈より小水滴を分泌することあり、而して葉の柔組織部は水分缺乏し、葉脈周縁と判然相違せる色調を取る。

而して氏は氏の解釋が正鵠なるを確むるものとして、變調葉が乾燥状態となるときは直ちに網狀變調を喪失するの事實を掲げたり、此事は白ブナ、樺、其他數種の潤葉樹の水面下に於ける切枝に就ての實驗の結果なり、然るに此現象をポット植

物及野外植物に普通目撃せざりしにより、氏は其理由として根付の植物は切枝の實驗と異なり過剰水分の供給せらるゝ事なしとせり、而して同時に切枝に於ける網狀變調が不當なる且つ多量の水分含有に原因するを確むる材料に供し、尙是れに關する一二の實驗を試みたり、即ちスピッツ、アホルンの野外に生活せる二ヶの苗を、 So_2 の濃度千分の一を以て二時間燻蒸し、然して後一を其儘とし他の一つは根元より切截して水瓶中に挿入し置きたるに、其翌朝に至り水壘中の植物には明亮なる正規の網狀變徵を呈し、他のものは殆んど此現象を見ること能はざりき。

依て野外植物に過剰の撒水を行ひ根をして多量の濕氣を吸收せしめたるに、縱令其兆候は鮮明ならざりしも多少葉面に此種變徵を認めたりと。

之れに對しウイラー及ネーゲル(Neeger)兩氏は駁論をなせり左の如し。

シュレーダー氏は其立論の基礎として切枝に於ては、正常植物は空氣壓力により、切面より壓入せらるゝ水分は葉面の蒸發量と平衡を保つも、酸氣の影響を受けたる植物は葉面の蒸發量を減ずるも切口よりの水の壓入は依然繼續し、葉内の水分過剰となり水は細胞間隙に進出すと述べたり。

ウイラー
氏及ネー
ゲル氏の
論駁

然るに、ウイラー氏によれば此見解は明かなる誤謬ありて無謀の斷定なりとなせり、即ち氏は曰く生活せる樹木の枝を水中にて切斷するときは維管束内の空氣稀薄なるを以て、外氣壓の爲めに水が盛んに導管内に侵入することは疑ひの餘地なし、但し此現象は枝内張力の平衡を得たる以降は、切面よりの水の壓入は導管内に再び以前の如き稀薄なる空氣層を生ずる事なき程度に於て進行するものなり、故に切枝の組織内の總水量は根付の同一植物の夫れよりも比較的饒多なるものなる事シュレーダー氏の説の如し、然れども酸氣の影響を受けて葉面の蒸騰作用制限せられたる時に於ても、シュレーダー氏の説の如く大氣壓により枝内の水の張力の平均を破りて侵入し、其結果葉の柔組織細胞の空隙に水分を侵出せしむるの理ある事なし、若し茲に數歩を譲りて如斯假定が眞に成立するものとせんか酸瓦斯以外に蒸發作用を抑制する場合には、常に「インエクチオン」の現出を期待せられざるべからず、然るに斯かる事實は他に之を知らず氏は更に楠の枝につきて特殊の實驗を行ひシュレーダー氏の誤れるを確證せり、要之ウイラー氏はシュレーダー氏の原因説の根底に疑問を抱き之を破壊し、此現象は水の運動により起るも

のにあらずして、吾人が「Blutung」として學びたる生活細胞就中葉の組織より水分を分泌する現象に外ならずと斷定せり。

ネーゲル
氏實驗

ネーゲル (Neger) 氏は大體に於てウイラー氏の説に同意を表しシュレーダー氏の假説を辯駁して曰く、亞硫酸を以て燻したる枝の水分吸收量の葉面よりの蒸發量を超過する事シュレーダー氏の考へたる如く果して事實ならば、他の種々の原因によりても起らざるべからずとし、且つシュレーダー氏説の「インエクチオン」葉の水分含量が正常葉に優るの誤れるを證せんとし、生育狀況同大の「スビッツ、アホルン」の二個の枝を一つは亞硫酸にて「インエクチオン」現象を生ぜしめ、他の一つは標準として放置し、各同一事情の葉を採集し水分を丁寧に測定せしに、前者七一・五%に對し後者七二・五%にして全然シュレーダー氏の説と異なる結果を得たり。又同樹種の枝二本を取り一方の枝は中途より折り曲げ水分の循環を不充分ならしめ、他は其儘とし共に SO_2 に曝したるに兩者共に「インエクチオン」を發生したるを實驗し、「インエクチオン」はシュレーダー氏の所説の如く水分の流動に原因するにあらずとせり。

ウイラー氏の説は前述する如く「Bluten」の現象なりとなすものにして、亞硫酸以外鹽化水素、クロ、フォルムに由りても又發生するものにして、恐らくは他の多くの瓦斯の刺戟によりても生ずるならんとせり、隨て「インエクタオン」は一つの刺戟作用にして人工的に根系に對して行ふ「ブルートン」と同一の原因なりとし、氏は嘗て自發的に「Bluten」を營まざる根系を或一定時間或鹽類の溶液に浸して「Bluten」の發生を見たり。

實驗に供したる植物左の如し、

Impatiense glandulifera, *Vitis Vinifera*, *Abies pectinata*, *Ampelopsis quinquefolia*,

Salix alba, *Populus Canadensis*, *Lycium flaccidum*, *Syringa chinensis*, *Betula alba*, *Ribes rubrum*.

而して溶液中にて處理したるものは、之を其儘溶液内に置くも或は又水中に戻したるものも、共に幹の斷面に「Bluten」を生じたり、溶液中にて最も作用せしものは各種濃度の硝酸加里硫酸苦土「コフェーション」〇・五%鹽酸「キューン」〇・五%なりし。

此場合に於ける根系に與ふる刺戟は根の細胞の轉換作用に影響して水の分泌を誘ふものなり、之と同様に「インエクタオン」にありては酸氣の爲めに葉細胞の轉

換作用が影響を蒙らざるべからず、酸の作用により細胞中の著量の變成作用の生成する事は、クレム氏の研究によりて明かなり。各種植物の根毛に〇・五—一〇%の硝酸、硫酸、クロム酸、鹽酸、磷酸、酒石酸、林檎酸、枸橼酸、蔞酸、醋酸を作用せしめ、細胞内の變化を檢鏡したるに或時間の後には細胞が破裂する位に緊張したり、而して幼毛、及先端の抵抗力微弱なる場所の細胞は破裂し遂に死滅せる所もありき。

而してウイラー氏は葉の「インエクタオン」の現象は此類なりと考へたり、氏曰く、根細胞が鹽類刺戟の爲め著しく緊張力を増し、遂には水を排泄すると同様に亞硫酸の爲めに葉の柔組織細胞が多量の亞硫酸を吸収し、細胞液の張力細胞膜の擴張力を超過し、細胞間隙に水を浸出するならんと。

但し此説にはネーゲル氏の反對説あり、曰く或瓦斯體の容積は氣體の時に最大にして、其瓦斯が液體中に吸収せらるゝときは容積を減ず、故に細胞液に或量の瓦斯を吸収するもウイラーの信ずる如く細胞液の容積張力を増し細胞膜の張力を超過する如き事實なしと信ずと、尙又「インエクタオン」は水に可溶性強き瓦斯の植物に吸収せらるゝとき起るものにして、水に不溶性の瓦斯の影響は「インエクタオ

ンを起さざるものとす、即ち楓の枝を硝子鐘下に長時間炭酸瓦斯の純粹なるものに晒したるに何等の變化なかりしも、エーテル、アンモニア、クロ、フォルムに曝したるものは強き、インエクチオンを生ぜり、就中アンモニアは最も明瞭に強く發現し、直ちに濃暗色となり或は殆んど黒色となりたり。

ウイラー氏は楠に稀薄なる亞硫酸を作用したるに、よく判然せる、インエクチオンを發生したるも後には全然消滅して何等害徴を残さざりし、而して、インエクチオンの爲めに細胞の死を誘致する事は決してなし、若し、インエクチオン發生後葉質の死滅を來す事あらば遂に被害に移行せるものと見るべし。

第七章 被害徴候の發生

酸氣が植物を侵害する經過に就ては、幾多の議論ある事既に第三章に説明せるが如し、而して其煙害徴候の最も顯著に表はるゝは葉莖、花、幼芽、嫩條等にして、就中葉を最も著しきものとす。

酸氣による葉機の侵害作用が甚だ低位にある場合には何等格段なる外徴を表はす事なく、單に生理作用(蒸散同化呼吸等)を阻害し、細胞内容原形質の變成を誘起するに止まるべきも、其程度の急激濃厚なる場合には葉面上に諸種の外徴を發生す、前者の害作用集積する時は所謂慢生被害現象を表はし、後者の場合は急性被害徴候を出す、然も此慢性被害、急性被害の種別に就ては多くの議論あり、學者により各見解を異にし、中には既に歴史的のものすら尠からず、加之學說に於て全然異りたる根底に立てるありて、現今最も幼稚なりと稱へらるゝ煙害の研究者に向つて研究の指針を缺くを憾む。

從來公表せられたる定義は孰れも満足なるもの莫し、著者は數年來是が正鵠な

徴候の種別

る解釋を試みると企て、又現左の地位が其研究を強要したり、奈何となれば急性及慢性煙害の種別法の研究隨て其の正鵠なる解釋は煙害の鑑定並に損害の積算に當り基礎觀念を提供し、森林施業及管理の上に重要な意義を有するを以てなり。依て最初に種別に關する梗要を舒し、次に嘗て涉獵したる西歐の文獻中より諸學者の定義を蒐集し、是に批判を試み、最後に著者の斷案を加へんとす。

種別上の基礎觀念 排煙中に含有せらるゝ有害成分の植物に對する被害状態を種別せんと欲せば、恐くは左の四項より考定すべきものとす。

- (a) 有害成分の種類及分量より區別すること、
- (b) 有害成分の植物に對する害作用経路より類別すること、
- (c) 植物體の蒙る害徴により區別すること、
- (d) 前三項の二或は三を併用すること

(a)の有害成分とは普通鑛業及工業排泄煙氣中最も廣く含有せられ、大氣中に瀰散して植物體を害毒する所の亞硫酸及煤煙の如き成分、及其分量に據り害徴に差別を現はす點より被害種別を行ふものにして、(b)は前記諸成分の植物器官に與ふ

る害作用の経路、詳言すれば其が空氣中の濕氣に溶解して液狀となり葉表面より腐蝕作用を爲せるや、又瓦斯體として氣孔より侵入し葉綠體原形質を犯せるや、或又土壤内に吸收堆積せる酸類金屬鹽類其他が直接間接に根系に與ふる影響、直接作用は埋設瓦斯管の漏洩せる時の外普通狹域に罕に發生するものなり、)により植物を害するやの類を意味す(c)植物體の一部或は全體の現はす外形特徴發現所要時間及其推移の情態等變徴による主觀的種別を云ふ、而して以上三項共各長短あり、單獨にては決して明徹なる義解を與ふること不可能なるものなり、例令(a)に於て成分の差異が常に必ず其成分特有なる被害表徴を呈するものと限る事能はざるは勿論、成分を異にして却つて類似の兆候を現すものあり、又同一成分にありても其量的差異の爲め、或は反覆作用する時間の長短に隨ひ、作用の経路及兆候の外形に色々の變化ありて、到底是に基きて被害種別の根底を覓むること能はず、若し害素の有害濃度極限值と被害表徴との間に劃然たる關係を模索し得るときありと假定せば、成分を主とする分類法に一新生面を發見するを得んか、ロイス(O. Reiss)氏は主に瓦斯の濃度關係より被害を分類し、ステックハルト(A. Steckhardt)氏は害

成分より定義を案出したり、但し濃度に依る分類の理論的に不可能なるは、從來實驗せられたる多數の害濃度極限値の研究成績に鑑み、將又罹害部位の後働アトキヤクキ(Nachwirkung)の程度は、諸多の外因に依りて複雑なる變化を呈する事實に照して甚だ容易に首肯し得るを信ず、(b)被害經路よりするものは各作用經路に固有なる肉眼的或は檢鏡的差異點を認め得るか、若くは其系統を平易に鑑識することを得る場合には、(c)に於て雜多の被害徵候を二或は三列に強て類別せんと努むるに據りて起る撞着を排斥することを得て、其理論的價値は勿論實用的價値は頗る大なるものなるべし、此見解を擇びたるものには古くはオスター(Oster)氏近くはグロマン(Grolmann)氏あり、(c)の害徵より區別するものは被害進行し時日の經過長きものありては、全然作用の經路を推定すること不可能なり、如何となれば急性慢性共終局には同一害徵を顯はし、到底害因の種別を行ふこと能はざる場合普通なるが故なり。

以上三項共決して完全なる表示を爲し難きを以て、從來多くは其二或は三項を併合して定義を試みられたり、著者は前三項を併用して立案を試みんと欲す、但し

有害成分の濃度關係を全然斥けて意義の明徹を期したり。

定義の蒐集

(二) 定義の蒐集

(1) オスター(Oster)氏

一八八七年に行ひたる演說筆記を通讀するに、酸瓦斯の植物に及ぼす有害作用を二分し、

(a) 製煉所の近傍濃煙の飛散する狭地域に於て、空中の下降物或は葉面の濕氣の爲めに酸氣を凝收せしめ、是に由りて葉の組織を蝕害し葉縁を破壊して酸斑(Säurefleck)即(Korrosion)を表はすもの(註腐蝕煙害と稱すべし)

(b) 不斷接觸する酸氣腐蝕斑點を生形すること無き程度のため、樹冠疎開し葉は其自然の成長期より早く秋季變色を呈し、其が爲めに成長を減退し、漸次梢頭より下方枝に向つて枯死を進むるもの(註慢性被害)

(2) ロイス(O. Reuss)氏(一八九三年)

(a) 急性被害 とは有害瓦斯の急激且つ強烈なる作用に由りて、罹害植物が突然に枯死するものを云ふ。

- (b) 慢性被害 とは甚敷稀薄なる瓦斯の繼續接觸の爲めに害を蒙り、長き病的情態の後遂に枯死するものを云ふ、
- (3) ボルグレブ (B. Borggreve) 氏 (一八九五年)
 - (a) 急性煙害 とは製煉所の最近接地にて極稀に發現し、唯一回の被害にては著甚なる害徴にても僅微なる害を貽すに過ぎざれども、反覆頻繁なるときは樹木の成長を停滯せしめ、遂には枯死せしむるを云ふ、
 - (b) 慢性被害 とは數年に跨り連續的或は斷續的に初夏濕潤なる下向微風と共に發現する、強き煙煙の一回二回三回或は數回累積結果に外ならず、
- (4) ステックハルト (A. Stockhardt) 氏
 - (a) 急性中毒 (akute Vergiftung) とは鑛煙中の亞硫酸の爲めに製煉所の最近接地に發生する植物の激烈なる成長阻碍を云ふ、
 - (b) 慢性中毒 (chronische Vergiftung) とは製煉所附近の土壤が、金屬成分堆積の爲めに惡變し是に依りて享くる植物の被害を云ふ
- (5) ハーゼルホフ及リンドウ (E. Haselhoff u. G. Lindau) 兩氏 (一九〇三年)
 - (a) 急性煙害 とは同一生長期中煙の一回或は數回の作用に依り、植物を傷害し或は枯死せしむるを云ふ、
 - (b) 慢性煙害 とは年生長量の連續的減退を生ずる如き被害を云ふ、
- (6) シュレロテル (E. Schriöter) 氏 (一九〇八年)
 - (a) 急性被害 とは濃厚なる瓦斯體就中亞硫酸が漸進的に非ずして一時に或は繰返し急劇に作用して樹木の生長器官を傷害し、一時多少の生長を阻害し、時には一回の被害の爲めに若しくは數回の被害に由りて、屢々短期間内に植物體を枯死せしむるを云ふ、
 - (b) 慢性被害 とは稀薄なる亞硫酸瓦斯の連續作用の爲めに、樹木の生長を害し、其結果年成長量を減少し、時には全部の枯死を招くものを云ふ、
- (7) グローマン (Th. Grohmann) 氏 (一九一〇年)
 - (a) 腐蝕被害 (Ätz- oder Beizschäden) とは植物組織の未熟部に、外部より酸の腐蝕作用に依りて生ずる被害を云ふ、
 - (b) 呼吸被害 (Atemungsschäden) とは葉組織中に酸の呼吸によりて生ずる成長機能

の阻害を云ふ、

(d) ウイラー (A. Wierer) 氏 (一九一二年)

氏の慢性被害或は不可視被害 (Chronische Schäden oder unsichtbare Schäden) に就ての記載を約言するに凡そ左の如し稀薄なる酸氣の連續作用の爲めに、地上部の侵さるゝ緩慢なる被害の外に、主として酸氣に據る土壤惡變の間接被害 (此際石灰缺乏が最大なる要因なるべし) の爲めに受くる被害を云ふ。

(三) 諸説の批評

(1) オスター氏の區別法に従へば葉面の酸氣より蒙る腐蝕急侵作用と緩徐に現はるゝ不可視肉眼的累積被害とを以て種別の要點と定めたる點は腐蝕煙害及呼吸被害の見解と其結果より觀て一致せり、而して其缺點と稱すべきは腐蝕被害は濃煙の接觸に依るか濃密なる酸液の腐蝕^{コロゾヤ}以外の原因に依つて決して發露するものに非ずと限定したるにあり、(尙後に叙述すべし)殊に慢性煙害の説明の後半に於て被害徴候を掲げ慢性被害特有のものゝ如く解釋せしも、樹冠の疎開生長の減退及枯損進行の經路等は同氏の腐蝕被害と名稱せる被害に於ても、縱令緩急の差こ

諸説の批評

そあれ常に同様の經過を目撃し得るものにして、是を以て到底區別の憑據とは爲し難きものなり。

(2) ロイス氏は恐く慢性急性の定義を試みたる第一者ならん、而して氏の定義に隨ふときはよし濃密なる有害瓦斯の激烈なる作用の爲めに植物體が慘害を享けたりとも、其結果急遽なる枯損を成すこと無き場合には、之を急性被害と稱し能はざる奇異なる結論に陥る可し、然るに實際に於て雷一回の慘害の爲めに全植物體の全然枯凋し盡すことは、草本荆棘の或種に於て遭遇することの外、普通頗る稀有なる現象と云ふを至當とし、樹木類は一時の劇害の爲めに全幹裸出すること往々實見する所なるに係らず、一般に再び新葉を開展して生氣を恢復し漸次繰返し襲ふ打撃の影響に由りて、始めて枯死状態に達するを常態となすものなり、則ち同氏の急性煙害の範圍は極端に狹義に限られたるものにして、是に關しては茲に深く絮説の要を認めず、且又此點に就きては既に早くボルグレイプ氏及ハーゼルホッフ、及リンドウ氏の論駁あり。

(3) ボルグレイプ氏はオスター及ロイス兩氏の慢性に對する見解を不當なりとし

て謂く、煙源より隔絶せる地點に顯然たる兆候を消滅し、現在急性兆候を觀取し能はざる所に於ける樹木の生長減率とは、單に假想的煙害に對する遁辭に過ぎずと貶したり、而して氏の定義を約言すれば慢性被害とは屢々發生する急性被害の集積に由る被害と云ふと同一意義なり、氏は被害兆候を現はしたる場合に於てすら尙且つ被害影響を印刻せざるものなりとの意見より、外貌不可視兆候にして被害影響を與ふることの絶對的に無之を妄信したる結果、只一次の急性煙害の結果を輕視し、寧ろ慢性被害を以て煙害の本體なるかの如く信じたるは、氏の研究地に於ては或は起り易き偏見なりしとは雖ども、併し其不明の譏りは免るゝこと能はず。

(4) ステックハルト氏は被害の原因を鑛煙中の亞硫酸と鑛塵とに區分して、成分及植物の罹害經路より定義を與へたり、併し慢性被害の原因を土壤中の金屬成分堆積の結果に歸したるは實に彼獨特の議論にして他に匹類を見ず、著者は嘗て其論文を讀みたること無きを以て茲に深く追究すること能はざれども、鑛塵と土壤との關係研究成績に鑑みるに、氏の所説は根底に於て誤謬なるを斷定し得るなり、而して目下如斯き説をなすもの更になく、僅にウイラー氏が酸の土壤侵害を以つ

て慢性煙害の主因なりと稱するものと、稍類似せるに過ぎずして全く歴史的のものなり、殊に中毒なる表示は尠くとも急性の場合に於ては妥當とは云ひ難し。

(5) ハゼルホッフ氏リンドウ兩氏は(2)ロイス氏の義解中急性煙害を以つて只一度の強烈なる作用によりて枯死するの説を不合理なりと難じ居れるに拘らず、被害兩氏は是を廣義に考へ葉面の斑紋のみならず年生長量の減退をも含有せしめたり、進では枯損に達する迄の期間を同一生長期に限りたるは、著者の見解に依れば最狹義を脱せんと欲して再び狹義に捕はれたるの缺點を免かるゝ能はず、次に慢性被害の定義は餘りに簡潔に失し、只に連續的なる字句に由り比較的微弱なる集積被害の結果なることを聯想せしむるに留り、氏等が急性と名づけたるものゝ同一生長期に於ける成長減退との類別を何に據りて求めんとするにや頗る曖昧なり、而して實際問題としては此錯誤が甚だ重大なる意義を有するを念はしむ。

(6) シュレーテル氏の解説は嘗て公表せられたるものゝ内にて最も正鵠に庶幾きものとして推奨するを憚らず、著者も亦同氏の結構を採用せんと欲す、然し害成分を單に瓦斯體に限りたるは硫酸をも含有せしものか、或は害の主要素は亞硫酸

なりと考へたるものなりや、或は煤塵の植物地上部に及ぼす作用を度外視したるものなりや、孰れも議論の餘地あるものと認む、殊に亞硫酸の急劇作用と緩慢なる影響との濃度に就きて臨界値を發見せんと欲して、漠然濃厚稀薄の抽象詞を應用したる事の適當ならざることは前々項所述の如し。

(7) グローマン氏は急性慢性の文字は往々誤解を惹起し易きを非難して、腐蝕害及呼吸害の適當なるを吹聴したれども、氏の定義は寧ろ急性慢性煙害兆候の定義を論じたるの嫌あり、且つ腐蝕は酸液が外部より急劇強烈に芽條を蝕害するものと限りたれども、氏の研究を行ひたる索遜國ラウテル林區等に於ける酸瓦斯の濃度は甚だ稀薄なれば、腐蝕害の發生する事最も稀にして、普通煙害と稱するは専ら呼吸被害なりしことは其所説の如し、著者の實見せる本邦の大鑛山煙害地にありては、葉の外部よりの蝕害は獨り幼芽に留らず、既に充分生長し、クチクラ層が蠟質を以て庇護せらるゝ成葉に於ても、尙且頻繁に發生する現象なり、又此現象は腐蝕に依りてのみ形成せらるゝものに非ず、亞硫酸瓦斯及同溶液に由つても急劇強烈に發生し得、即氏の呼吸被害と名けたるものにて、第一類に隸屬するものあり、

而して其外貌に於て腐蝕作用と區別すべき特點を認むること困難なり、今假りに檢鏡法に由り是が害源を甄別し得たりとして考ふる場合にありても、害作用の經路のみよりせる區別には不徹底なる點多し。

(8) ウイラー氏の土壤惡變説に關しては學説の根本に於て疑點多く、遽に信を置き難し、隨つて本説の適否は今日之を云爲する能はず。

(四) 著者の定義

以上の諸説に關し一々論評を試みたり次に著者は數年來鑛山煙害地に就き經驗並に實驗したる成績に基き、急性慢性煙害の定義を審究確定すること左の如し。

(a) 排煙中の有害成分の地上部に對する只一次の作用に依りて、直ちに葉其他の器官に變徵を現はし、一時的植物の成長を傷害し、是が爲めに或は其數次の重複に依りて短期間に一部或は全幹の枯死するに至ることあるを急性煙害と云ふ。

(b) 排煙中の有害成分の地上部に對する連續的作用或は頻繁なる反覆作用に依り、葉及其他の器官に緩徐に現はるゝ聚積被害影響の爲めに、植物の年生長を漸減し、終には枯死するに至ることあるを慢性煙害と云ふ。

本定義よりして急性煙害兆候及慢性煙害兆候の意義自ら明かなり、則ち有害成分の植物地上部に向つて只一回の感作に由り、直ちに葉蔓及芽條に斑紋を表はし、或は脱落萎凋卷縮等の可視變兆を顯はすを急性煙害兆候と云ひ、一回の煙の作用にては植物地上部に向つて決して可視變兆を呈せざるも、連續作用或は斷續作用の爲めに葉枝條等に緩慢に現はるゝ所の累積被害影響を慢性煙害兆候と云ふべし、隨て罹害直後乃至時間の經過少くして斑點或は變徵に裁然たる痕跡を印刻せる裡は、兩徵候の識別比較的簡易なりと雖も、勿論此際普通に急性被害兆候に就きての鑑別を意味する者にして、慢性被害の經路と稱すべき例令蒸騰作用及同化機能の障害、有害界限値以下の微量なる酸の蓄積の如き肉眼にて直覺し能はざる所の生理的害 \parallel 是を *unsichtbare Rauchschäden* と稱する者多けれども穩當ならざるべし \parallel に關しては別なり併し(a)に屬すべき被害に數次作用せられたる樹木の被害結果は(b)に關する被害結果と相似なることあり、尠くとも結果より觀察して其の被害が(a)なりしや、或は(b)なりしやを推定することは恐くは絶對的不可能なるやの感あり。

次に急性煙害の發生する地域には同時に必ず慢性煙害を共存するものなり、只煙源の近接地にありては樹木の生長損害進では枯死に至る原因が耐煙性に乏しき樹種にありては、主に急性煙害の影響に歸因し、慢性煙害に因る影響少なきを特點とす、此害の漫延區域並に猖獗力は工場の種類、作業方法、害煙排放量に直接關係するものにして、中心點を離隔するに従ひ漸次其力を減耗し、代りに慢性煙害の領域となるものなり、慢性被害とは元來急性兆候を交へざる累積被害に對する稱呼なりと雖も、純然たる慢性害に依り生長減損を蒙りつゝある地域にても、罕に急性兆候の發現すること尠からず、而して只一回の急性兆候が斯る場合にありては其影響實はボルグレイブ氏所説の如く殆ど算數的のものに非ざるを以つて、之を慢性煙害と謂つて差障なかる可し、其他實際問題に當りては急性にあらざる慢性に非ざる中間物あり、シュレーテルの *Pseudochronisch* (多數の僅少なる急性徵候に由り蒙りたる被害の結果)と名けたる如く次急性 (*Subakut*) の階級を設くるも妨げ無かる可し。

以上記す所により急性慢性煙害の區別を明かにしたり、依て以下少しく各種の

徵候發生
の状態

植物に就て被害徴候發現の狀態を記すべし、而して被害徴候を發現の有様により左の如く分つ。

- 一、漂白 葉の一部又は全部が酸の侵蝕により葉綠粒の破壊原形質の枯死を招き、白色となり乾燥するもの、而して此部分は脱離し易く劇害を受けたる瀾葉が乾涸し風雨に晒さるゝ時は網狀となる。
- 二、煙斑 葉の一部又は全面に白色或は褐色の斑點を散布點在するもの（これは狹意義の煙斑にして時としては酸氣による被害徴候を煙斑又は酸斑と呼ぶことあり）
- 三、煙條 多く並行脈葉又は禾本科植物の莖等に見るものにして、莖脈若くは維管束に添ひて條狀に變色部を生ずるもの、
- 四、褐變 葉面葉脈間部に各種不定形の雲形の赤褐色部を生じ、葉の先端或は全部を赤褐色に變ずるもの、
- 五、褪色或は不時の紅葉 葉色何となく生氣なく黄色調を帶べるもの或は綠色を失ひて黄變するもの、若くは秋季に入らざるに紅變するもの、

各種植物
に於ける
徴候

六、落葉 定時期にあらざる落葉

是等は植物の種類により、被害發生の狀況等により單に一種のみ表はるゝ事あり、二種若くは三種錯雜して多様に發現する事あり、

麥類 酸氣の侵害を受け易きは幼時にして多く漂白部を表はす殊に其畑中に於て長く伸びたる葉は煙害に罹り易く、從て葉の先端に漂白部を生ずるを普通とす、其漂白部分は煙害の程度と比例して増大す、只伸長せる葉にても直立せずして垂下せるものは其彎曲部に被害を受くるを常とす、麥類の如きは生長旺盛なる爲め幼時に於て一時損傷を蒙るも其部は脆弱にして風雨の爲めに除去せられ、新に莖葉を發生繁茂し被害の形跡を失ふ事多し、今麥類の葉に於て漂白徴候發生の經過を見るに凡そ左の如し。

普通濃厚なる硫煙に襲はれたる後約一時間を経れば、患部稍青色を呈し時と共に其輪界判明となり、旭日之を輝かせば一種暗綠の光輝を放つに至る、而して始めは水氣を帯びたる如き觀を呈するも、時を経るに従ひ光輝を失ひて乾燥狀態に伴ひ、變色之に續く、即ち始め暗青色より暗褐色となり、遂に淡褐色に變じ漸次に灰

白色に移行し最後の微候に至る。

兆候發現の進行は氣象關係により大に左右せらる、天氣晴朗にして日照よく氣温高ければ兆候の發現極めて迅速容易にして、一―二時間にして初期微候を現出し、十二三時間にして赤褐色に變じ三〇―四〇時間にして漂白せらる。

此變化は亞硫酸の人工煙煙の場合に於て略ぼ同様なれども、人工煙煙によりたるものは多少時間を多く要し且つ色調も稍異なるの感あり。

葉の稍老熟したるものにおいて、漂白よりは寧ろ黄色の煙條を見る事多く、稿稈部に所謂赤褐色の煙條或は煙斑を見る事あり、

分蘖期に被害を受けたるものは、一般に草丈を減じ莖數を増す傾向あり、稈は一般に色澤不良なり、出穂開花期の濃煙は穂に影響あり結實を不良ならしむる事あり又一般に芒は甚だ漂白し易きものにして稀煙にても害され易し、而して多く變色部と健全部との界に暗線を生ず、但し此芒の變色は麥の品種により正常のものにても見る事あり、又輕微の風害によりても表はれ區別し難き事あり。

稻菝の類 幼時にありては、漂白微候を示すも煙害に對する抵抗力強きを以て

葉が老熟するに至りては餘程濃厚なる煙害に罹るにあらざれば漂白せらるゝことなく、其微表を顯出するに當りても葉脈又は莖稈の維管束に沿ひて鏽色を呈し、或は鏽色の點斑を生ずることあるのみ、イモチ病、ゴマ葉枯病と混同し易きものとす、

其他莖稈穗等の關係は麥類に同じ

大黃の類 ラバルベル(Rhubarber)、ポリゴナム、サツカリネンス(Polygonum Saccharin-

ense)等は葉面に大形にして鮮かなる赤色斑點を生ず、故に此植物を以て煙害の有無を検するに利用するものあり、(Fangpflanzen)とす、

イヌタデの類も甚だ弱く蕎麥も漂白作用を受け易し。

羊齒類 (Adlerfern)も又鮮明なる微候を呈す、葉の先端に赤色斑點を生ずと云ふ、

賞玩植物 の中薔薇は赤色斑點を表はし又葉面一部捲縮を來す事あり、天竺牡丹は生長力強けれども葉には微候發生し易し、一種透明なる暗色調の侵蝕部を葉脈間に生じ遂には黒變するを見る。

果樹類 梨の類は葉面に赤色の斑點を表はし葉の全部衰微し落葉するを見る

事あるも幼葉にては黒變する事あり花期に被害あれば結實を妨ぐるが如し。

苹果は割合に抵抗力大なるも葉に濃灰色の斑點を生ずる事あり。

葡萄の葉にも不規則なる赤色斑點を生ず。

蔬菜類 中菘類甘藍類は漂白作用を受け易く殊に幼時に於て然り。

胡瓜南瓜の類は其老葉に於ては恰も摩擦せるが如き白色部を生じ老葉に至りては他の原因のものと判別し難きものとす。(第三圖及第六圖参照)

豌豆 は甚だ弱く葉蔓共に煙害に罹り易く其徴候は多く漂白なり。

蠶豆 は或人は煙害に強しとなし或人は弱しとなす著者の見る所を以てすれば耐煙中度なり疑問の徴候多けれども葉肉と表皮と相分離して透明なる斑點を表はし遂には黒色に變じ捲縮を來すが如し時として葉の外縁より來る事あり是と相類せる病害のあるあり判別困難なり。

大豆 幼時の葉は漂白せらるゝも老熟せるものには葉の裏面に當り暗褐色を表はし或は暗褐色の無數の微小斑點を生じ全體褪色し遂に落葉を早む。

桑 柔軟時に於ては濃煙により漂白作用を呈することあるも稀煙にては單に



第三圖 南瓜急性被害葉



第四圖 午莠急性被害葉

(老葉ニシテ被害ヲ感ズルコト甚ダシク殆ンド全葉漂白セルヲ示ス)

黒色に萎凋し恰も寒害の如き場合あり、又老熟するに至れば前掲大豆の場合の如く葉裏に暗褐色調を取り落葉を促進する事あり、此と同様の現象は養分少なき土地又は老葉に常に見る現象にして判別には習熟を要す。

胡麻 葉は甚だ煙害に罹り易く葉脈を残して網状の柔組織部は全く漂白せられ葉は乾燥するに従ひ捲縮す。(此類似の徴候は第四圖牛蒡の被害に見るが如し)

蒟蒻 多肉なる葉にて諸種の原因により黒腐し易きを以て鑑別困難なり。濃度大なる燻煙試験の結果によれば漂白作用を受くるが如く激害區に於ては、往々此事實に遭遇するも、實際斯かる漂白作用を見る事少なく、葉の周縁に黒色部表はれ其甚だしきは葉の捲縮を惹起し、所謂葉腐れ病と區別點を發見するに苦む。

蒟蒻の被害徴候の發現せる初期に於て之を採收し、數時間之を放置すれば全く何等の徴候を見る能はざるに至るべく、又實際圃場に於ても一旦表はれたる表徴は或一定期間の後容易に消滅するの事實あり、此現象に關しては第六章に記載したり。

蒟蒻の葉の表面に一種の滑澤ある小斑を見る事多く、稀に稍乾ける白粉を黛せるの傾向あり、之を煙害と見るものあるも全然同一にあらず。

煙草 煙草は最弱耐煙作物の一種として知らる煙草葉は多肉にして諸種の障害に對し鋭敏なるを以て紛らはしき微候甚だ多し。

害甚だしきものは葉脈間に網狀に漂白部を生じ日を経れば脫離するも害の輕微なるものは小斑を點在し、或は葉の表面に白き細線を網狀に散布し多くの疑念を生じ易し、(第五圖參照)

又煙害に罹りたる後ち光線の作用を享けざる内に於て葉の採收をなし、酸酵乾燥の手續を経る時は罹害部は寧ろ綠色に残り、他は褐變し全然生葉の被害微候と相反する外觀を呈す。

甘藷 葉に褐色の侵蝕部を生じ、其甚だしきものに至りては捲縮す。

針葉樹 一般に煙害に弱く微候も通常赤色を呈し著明なるものとす、其斑點は針葉の先端に發生し漸次に下方に擴張す、一般に被害部と無害部との分界は極めて判然し赤黒色の界線を形成す、但し時としては赤褐の被害部を示すことなく

第五圖 煙草急性被害葉



稀ニ見ル被害ノ甚ダシキ一例ニシテ葉脈ノ外ハ殆ンド脫離セルヲ示ス



第六圖 苦瓜急性被害葉

灰白色なる事あり、

冬期降雪の際濃煙襲來せば有毒成分は葉上の積雪中に吸收含蓄せられ其融解蒸發に際しては害毒を及ぼす事あり、此場合に於ける煙斑の現出普通のものとなり、葉身の所々に若くは葉の基部に斑點を現出し其色普通白色なるもの多し。

針葉樹中松殊に赤松は煙害感應作用鋭敏にして普通葉端より赤變し甚だしきは全葉身の赤變を爲す、而して、全枝の落葉を見る如き事殆んど全くなく、一枝中部に比し比較的害毒に堪え得る部分あるを普通とす、一般に針葉は健全樹に於ては赤松は二年黒松は二乃至三年生位まで生着するものなるが、煙害地にては老葉は抵抗力弱きを以て先づ落葉し、漸次當年生の枯葉を生ず、但し急に濃厚なる硫煙の襲ひたる場合等に於ては幼齡の葉の侵害を蒙る事多し。

ハーゼルホッフ及リンドウ兩氏は煙害地森林の落葉は、纖維に富み硫酸含有量多き等の爲めに腐朽遅緩なりと稱したり、著者は是に關し嘗て實驗を行ひ居れるも未だ之を承認するに至らず。

杉の害徴は多少松に類するものありて赤褐色なり、扁柏花柏も亦赤褐色にして

鱗片状の所々變色せり、縦は壯齡期には耐煙度中位にあれど老齡のものは抵抗力弱く杉扁柏に劣れり、其被害徵候更に濃厚なる赤色を呈す、而して一度煙害に罹れば久しからずして落葉す。(第七圖參照)

潤葉樹にては一般に葉脈間に煙斑を表はし一見判然たる境界を有す、周圍は時に暗色を帯ぶるも中央部は黄色赤色又は黄赤色なりとす。(第八、第九圖參照)

栗は最も煙害に弱き樹種にして輕き被害にては褐色の小斑點を非布し、其葉の褐色に枯るゝときは寧ろ青黒色に残るものなり、稍強き害に罹りたるものは黄緑黄褐の斑紋を顯はし、就中葉脚部に變色生じ易き傾あり、但し斑紋の形狀色調は時期に依り差あるを見る。

檜の新葉は硫煙の襲來を受くれば格別の變調を表はすこと無く盛んに不時の落葉を爲す事あり、柑橘類にも此の例尠からず。

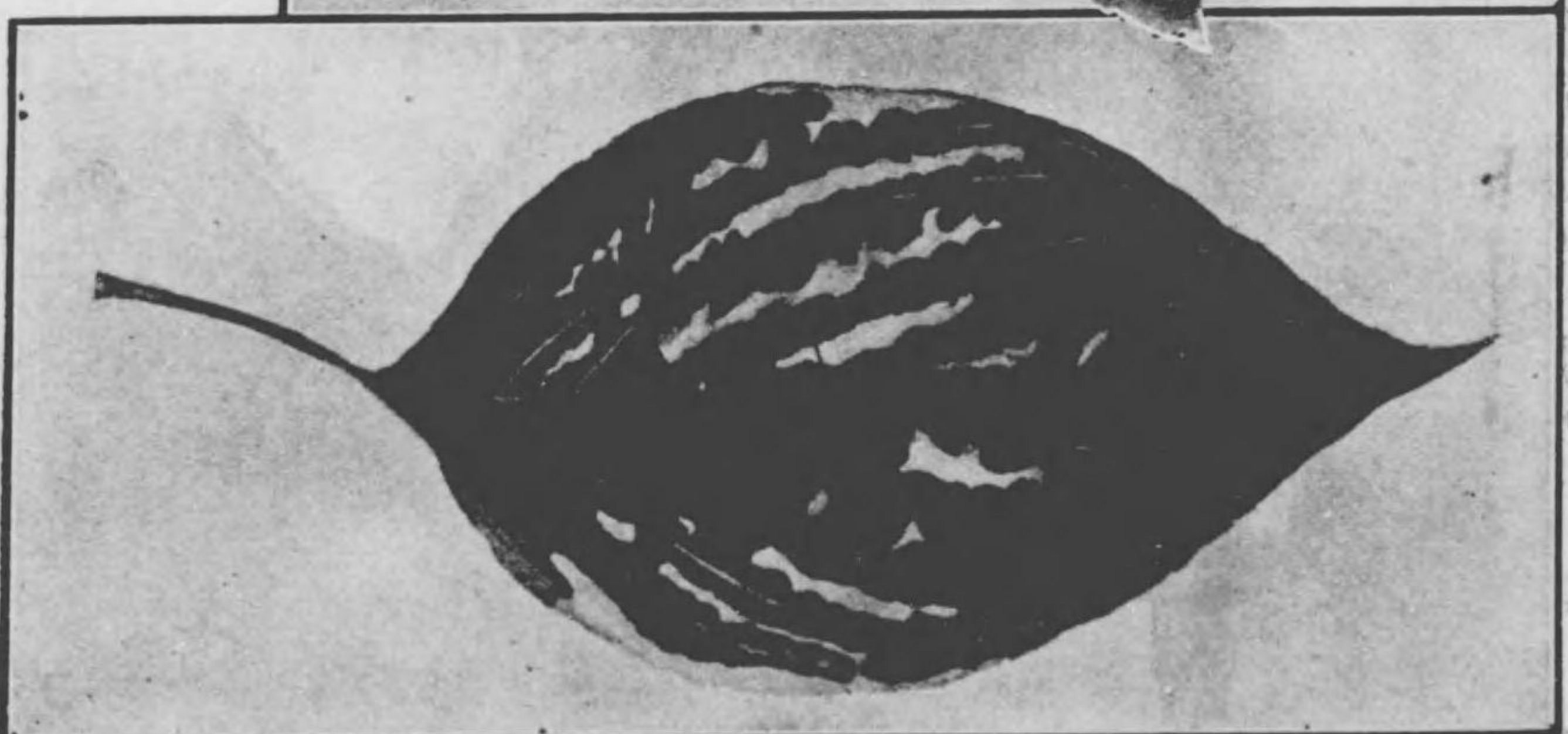
山櫻の如きは濃煙に遭ひ不時の紅葉をなす事珍らしからず。

以上は主として葉の變色變形等に就て記載せしが植物殊に樹幹の蒙る第二次的影響は又重要なる一の徵候なり、即ち被害の進行せる林木の枝幹の變調は明亮

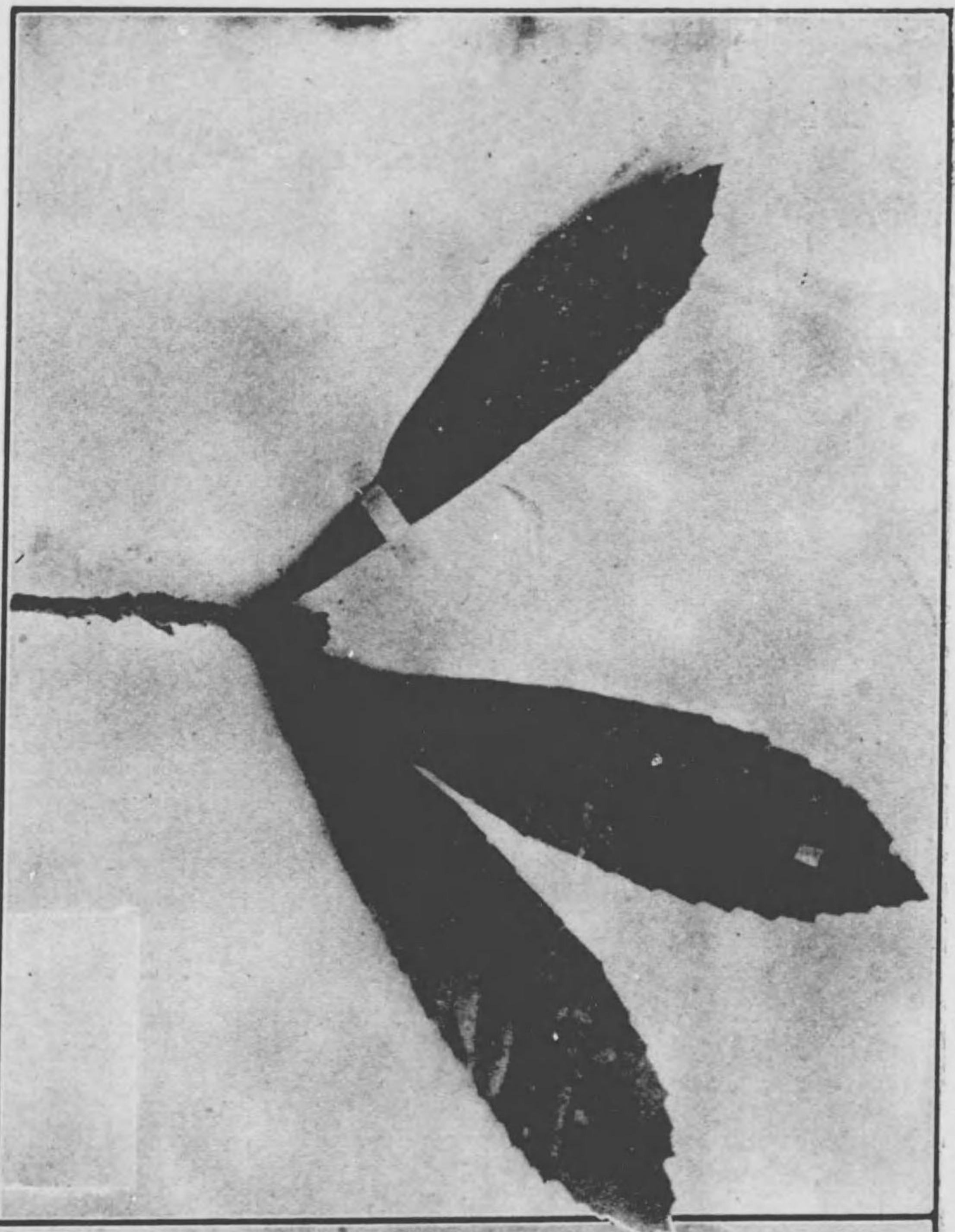


第七圖 縱樹ノ下方ヨリ枯損スル狀況

第八圖 みづき急性被害葉 (實物ヨリ模寫ス)



葉被害急性ノ杷枇 圖九第



ス示ナルナカ明ノ線界境ノト部色線ト部害被レサ犯ノ隙間脈葉ハ圖九第及圖八第

にして、煙害の特徴を究め確實なる斷案を行ふに不可缺要素をなす事あり、此に就ては本論肉眼鑑定及生長阻害の章を參照すべし。

第八章 植物の耐煙性

煙害抵抗
力

植物の種類により其形態を異にし、組織状態に差あり、又生理作用を異にするを以て、煙害に對する抵抗力を異にすべきは人の知る所なるが、譬ひ種屬を同じくするものに於ても立地的關係、發育の時期、年齢、一植物の器官を異にするに従ひ此抵抗力に各相違あり、甲乙植物の何れが煙害に耐へ得るやと云ふ如きは簡單に説明せらるべきものにあらず。

又植物の耐煙性 (Resistenz durch Rauch) に對して恢復性の強弱を考慮せざる可らず、尙進んで耐煙性と稱するも葉機に徴候を表はし易きや否やの外、生長阻害に關する關係を調査する必要あり、而して此兩者の平行せざる事は少しく煙害を研

究せるものゝ容易に首肯し得る所なるべし。

從來植物分類上の科屬種等の間に耐煙性に何等かの系統なきやば多くの人の注意する所なれども、未だ之れに關し格段の關係を發見する事なし、寧ろ著者の見解に依れば、科屬間に耐煙性の系統關係を認め難し、勿論概觀的に禾本科植物は葉菜類より耐煙力大なる如き、松類が多く煙害に罹り易き等の關係は之を認め得る所とす。

生育時期により耐煙性に著しく差あるものなり、從て農作物の如きも甲作物と乙作物と何れが耐煙性なりやは決定し難き場合多し、一般に春期發芽の際組織尚柔軟なる間は生長旺盛期に比し煙害に罹り易く、老成期に入りて非耐煙性に傾く種類多けれども、時としては反對に幼葉は被害に罹り難く生育の進むに従ひ感應鋭敏となるものあり。

其他立地的關係は重要な關係を有するを以て、第四章參照植物の耐煙順位は調査の場所調査せし人、調査の時期等により色々に相違し、中には全然相矛盾するもの少なからずと雖ども、是等全體を通じて概括的に某種は弱きものなりとか、或

耐煙順位
の調査例

は概して強きものなりとかの概念を求め得られざるにあらず、仍て以下從來調査せられたる多くの例を列擧すべし。

(1) シュレーダー及ロイス(J. V. Schroeder und C. Reuss)氏がハルツ(Harz)地方の八個所の煙害地(Clausal, Alennan, Lantental, Oker, Julius, Sophien)の六個の製鍊所の外、Andreasberg, Solketalの二製鍊所に於て長期間緻密なる觀察を繰返し、最後に順列したるもの左表の如し、勿論本表は絶対的價値を有するものにあらずと雖も、獨逸學界に於ては今尙大體に於て其價値を認めらる。(強きものより順次弱きものに至る)

Glanzhuter Hütte	Alennaner Hütte	Lantenthaler Hütte	OkerHütte	JuliusHütte	Sophien Hütte	Andreasberg Hütte	Solketaler Hütte
Spitzhorn	Spitzhorn	Bergahorn	Eiche	Schwarzpappel	Schwarzpappel	Spitzhorn	Eiche
Berghorn	Eiche	Eiche	Esche	Aspe		Esche	F. Idhorn
Eiche	Bergahorn	Esche	Akazie	Weide		Bergahorn	Weisshorn
Aspe	Balsampappel	Eder Esche	Weide	Eihershe		Suhlweide	Apfelbaum
Ume	Schwarzpappel	Birke	Rothberle	Birke		Hainbuche	Birke
Esche	Aspe	Hainbuche	Birke	Kiefer		Birke	Aspe
Birke	Winterlinde	Rothbuche	Kastanie	F.ichte		Rothbuche	Kreuzdorn

Hainbuche	Ulm	Kiefer	Buche	Eberesche	Hainbuche
Kastanie	Esche	Fichte	Kiefer	Fichte	Hasel
Winterlinde	Hainbuche		Fichte		Fallbann
Sommerlinde	Schlweide				Kiefer
Rothbete	Wilder apfel				
Vogelkirsche	Eberesche				
Eberesche	Kastanie				
Kiefer	Birke				
Fichte	Kirsche				
	Kiefer				
	Fichte				

兩氏は一般に針葉樹は感じ易く、濶葉樹灌木類之に次ぎ農作物類は抵抗力最大なりと云へり(一八八三年)其後ボルグレイブ(B. Borggreve)氏も針葉樹は感受性大にして濶葉樹は抵抗力大なりと云へり。(一八八五年)

(2) ハーゼルホフ及リンドー(E. Haselhoff und G. Lindau)氏は多數の觀察に基き樹木は一年生農作物より煙害感受性強く針葉樹は濶葉樹に比し抵抗力劣ると断定した

り。(一九〇三年)

而して針葉樹の抵抗力順位は左の如しと(弱きものより強きものへの順なり)

樅
(Tanne)

唐檜
(Fichte)

松
(Kiefer)

落葉松
(Lärche)

然るに此中落葉松に就ては兎角の議論あり

バルツ(Baltz)氏は左の如き順位に耐煙性を増加すとせり。

唐檜、ワイムツ松、落葉松、松、樅

(3) ハーゼルホフ及リンドウ兩氏は濶葉樹は大凡そ左の如く分ち得べしとせり。

煙害に弱きもの 樅(Birke) (Weiss buche) 山毛櫨(Rothbuche)

中間のもの 榆(Ulme) 赤楊(Erle) 白楊(Pappel) ナ、カマド(Eberesche)

菩提樹(Linde)

煙害に強きもの 榲(Eiche) 楓類(Ahorn-arten) 櫻(Esche)

(4) 榲は歐洲にては最も有用の材として賞讃せられ、其分布も甚だ廣き樹種なるが、從來此樹の耐煙力に就ては區々の見解をなせるを見るダンケルマン(Danckelmann 1883)氏は「プロブステー」森(Probsteywald)に於て榲は山毛櫨よりも抵抗力小なるを認

めシユレーダー及ロイス(一八八三年)兩氏は櫟の最も強力なるを主張せり。

然るに英國ランカスヒューヤにては此老齡樹は早く枯死したりと云ふ(一八七四年)

オスター(Oster)氏はストールベルグ(Stollberg)に於ける觀察に基きシユレーダ

11 及ロイス氏の説を駁し山毛櫟と櫟とは抵抗力全然反對なりと云へり。

シール(Schier 1893)氏はクムリッ(Chemnitz)煙害地にては山毛櫟は櫟よりも強しとなせり。

斯く人により判断上著しき軒輊あるは櫟が其老幹の枯死し易きに拘らず其萌芽力旺盛の爲めに萌芽が煙源附近に於て尙よく繁茂するの事實に職由すべし。

ウイラー氏は櫟の萌芽が煙源近くに於てよく生残するの原因に就て説をなして曰く、土中に養料の存在する事と地表に近づくに従ひ風速微弱となり葉面の蒸發を妨ぐる爲めなりと云へり。

(5) シユレーダー及ロイス氏は立地的状態良好なるときは櫟、楓類(alhorn-arten)、櫻、白楊、ナ、カマド、は抵抗力強大なれどもシデ櫟、山毛櫟は土地良好なるも抵抗力弱しと稱せり。

ヘッス(Hess, 1874)氏は石炭煙の被害地に於て深く研究を行ひ、榆が最も抵抗力あるを認め市街地の公道樹に最も適當なるを推賞せり。

ウイスリセヌス(一九一四年)氏は煙煙實驗の成績より次の耐煙順位を示せり。

感じ易きもの 唐檜、櫻、夏季に於ける Salkafelte、Colorado-Douglasfichte、フイムツ松

縦櫟の幼葉、

中強のもの 普通の松、大葉菩提樹(Bergrüster)

強きもの Bergahorn, シデ

甚だ強きもの 山毛櫟、櫟、

(7) シェルテル(Schelter)氏は石炭を使用する工業地及工場附近の煙害に就て専ら研究を行ひ、製鍊所煙害地のものと其慢性煙害關係の一致する事を確め、次の如く耐煙順位を發表せり、潤葉樹にては抵抗力は次の順列にあり。

最強、白赤楊 櫟

強、榆 Spitzahorn, Bergahorn, シデ

弱、菩提樹

針葉樹は左の如き順序に抵抗力を増す、

樅、唐檜、ワイムツ松、松、落葉松

而して特殊の場合には針葉樹の強きものは潤葉樹の弱きものよりも強し、石炭煙の發散盛んなる工業都市の附近森林にて既に久しく唐檜の造林絶望なる地區に於て、次の如き耐煙順位を認めたり(強きものより順次に並列す)、

Rothelche, 樅、山毛櫸、シデ

落葉松、松、ワイムツ松、

又エルツ(Erls)山の慢性煙害を蒙れる林區に於ける耐煙順列は左の如し(強きものより順序に、)

樅、樺、赤楊、山毛櫸、落葉松、Spizahorn, 樺、菩提樹、Bergahorn,

ワイムツ松、松、唐檜、樅、

ステックハルト(Stöckhardt)氏がツィエック(Zwiekan)(一八七〇—一八七二年)煙害地

に於て調査し煙害の抵抗力の大小を記載せるもの左の如し

抵抗力大なるもの 白楊、赤楊、ナ、カマド

シ	小なるもの	シデ、樺	果樹
シ	中間のもの	樺、樅	菩提樹
シ	山毛櫸		楓類
			七葉樹

又フレイタグ(Freytag)氏の示せるもの左の如し

最も抵抗性のもの 白楊、榆、

抵抗力あるもの アカチヤ、赤楊、樅、

最も感じ易きもの 柳、樺、

(8) 果樹類は一般に耐煙度低し、シユレィダー及ロイス兩氏の調査によれば李は最も感じ易く、櫻の品種中改良種櫻は野生種よりも感應鋭敏にして、又甘櫻は酸櫻に劣れりと又胡桃は感じ易く、桑屬は甚だ強勢なり、而して桑の強勢なるはフレイタグ氏の觀察と一致せり。

フレイタグ氏は甘櫻は殊に、感應鋭敏なれども酸櫻は之に比して強く、林檎と伯仲にありとなし、ノツベ(Nobbe)氏が林檎は梨より耐煙力大なりと云へるに對し反對の意見を立てたり。

(9) 灌木類に就ては針葉又は濶葉有用林木の如く耐煙度の深き研究を聞かず只部分的に散見するに過ぎず又之に關し順列を編成するの困難なるを思はしむ。

今フレイターグ氏の記載を摘録すれば、

Weissdom は感煙度最大にして薔薇 *Johannisbeer* *Stranch* (マカスグッ *Ribes nigrum*) 葡萄 (*Vitis Vinifera*) は之に近く *Stachelbeer* (*Ribes erosularia*) 及 *Himbeerstrancher* *Quitte* (クニメロ *Cydonia vulgaris pers*) *Liguster* (イボタ *Liguster Vulgare*) 及 *Hollunder* (シワト *Sambucus*) 最も害せられ易し。

荒地に好んで茂生する *Heide Kraut* (*Calluna vulgaris*) は各所の煙害裸地に熾に繁茂し絶對的耐煙植物なるやの感ありと稱せらる。而して此植物は地力荒廢し養料に乏しき土壤に生育する事は *グレイブネル* (*Gruebner*) 氏の研究せる所にして、又石灰質の缺乏せる土地にも生育し得る事は *シムパー* (*Simper*) 氏の研究により瞭なり、されば恐らく此兩性が煙害裸地に跋誇瀾蔓するの適應力を與ふるならんか。

(10) 農作物にありては全般を通じて抵抗力強く劇害地にても十分の收穫を擧げ得る事は各地の經驗の教ふる所なるが、從來研究せられたる成績を綜合するに概要

次の標準を設け得べし。

(シユレーダー及ロイス氏)

最も強きもの 同 馬鈴薯、蕪、イモ等の根塊類

中間のもの 同 禾穀類(殊に各穀類最も抵抗力あり)

弱きもの 同 幼弱期の牧草、クローバー類

ノツベ氏によれば *Kohlruben* (*Brassica Campestris rutabega*)、*Runkelrüben* (*Beta vulgaris*)

よりも耐煙性にしてライ麥及燕麥は小麥及大麥よりも強く蕪苔は最も強し。

尙ステックハルト氏も同様に甘藍根塊類の耐煙性あるを述べたり。

(11) 利用價值低き野生植物の耐煙度に就ては文献甚だ少し、*ハイデ*、*クラウト*の耐煙性なる事は前に述べたり、感じ易きものは *Ranunculus repens*, *Anagallis arvensis* 等とす今ノツベ氏の順位表を列記すれば左の如し。

特に耐煙力あるもの

Holcus agropyrium repens (Quecke), *Juncus segras* (*Phleum pratense*), *Poa agrostis*, *Briza media*,

抵抗力あるもの、

Viola tricolor, *Rumex acetosa*, *Hererich* (*Raphanus raphanistrum*), *Johanniskraut* (オトギリサウ) *Hypericum erectum*. Th. Fl.), *Geissblatt* (*Lonicera periclymenum*), *Ackeldistel* (アザミ) 野
生 *Möhre*, *Daucus Carota*,

感じ易きもの

Klee arten, (黄色花の *Fadenklee* は赤色の *Wiesenklee* よりも感じ易し) *Wicke* (就中 *Voger Wicke*), *Kürbis abuxplexarten* (Tyelden), *Chenopodium* (*Gänsefuss*), *Leinkraut* (*Linaria*), *Spiraea ulmaria*, *Silene uniflata*, *Kornrode* (*Agrostemma Githago*, *Kümmel* (*Carum Carvi*), *Tasione montana*, *Wuchelblume* (*Chrysanthemum leucanthemum*), *Plantago-wegebreit lanceolata* (= *Leonto-don autumnalis* = *Herbstlöwen-zahn*), *Rhabarber* 及飼料として作られたる *Polygonum Sieboldi* 及 *Sacchalinense*

(12) 地衣類 (*Flechten*) は概して煙害に感じ易く伯林 チャガルテン (Ziergarten) ハリード リヒスタイン (Friedrichstein) 植物園 ミュンヘン (München) 市街其他英國の工業都市等にては樹幹に地衣類を見る事殆ど不可能なりと稱せらる。

此消滅原因に就ては バーゼルホフ 及 リンドウ 及 フアイノルド 氏は煤煙直接の

影響なりと唱へたるも、其後 ウイラー 氏は降水中に含有せらるゝ酸の爲めならんと稱せり、即ち氏は工業都市の雨水中の酸含量の分析結果より含有濃度の高き事を引證し、大氣中の酸水が樹冠に達し相集まりて幹面を流下する際地衣類に收吸せられて害を與ふるならんと但し此種類中 *Plaucodium Saxicola* は比較的強く工場附近に於ても生棲せりと云ふ。

(13) 左に シュレィダー 及 ロイス 氏により記載せられたる一般的耐煙順位を示せば左の如し、

1. *Spitzahorn*, (*Acer platanoides* L. ノルウエー楓)
2. *Eiche*, (*Quercus rober* L. pedunculata Ehrh, 樺、)
3. *Bergahorn*, (*Acer pseudoplatanus* L. & *rubra* L. 山楓、)
4. *Feldahorn*. (*Acer Campestre* L. 楓、)
5. *Balsam pappel*, (*Populus Balsamifera* L.)
6. *Schwarzpappel*, (*Populus nigra* L.)
7. *Aspe*, (*Populus tremula* L. 白楊、)

8. Ulme, (*Ulmus effusa* W. じれ、)
9. Esche, (*Fraxinus excelsior* L. とねりこ、)
10. Weissweide, (*Salix alba* L.)
11. Sahlweide, (*Salix caprea* L.)
12. Akazie, (*Robinia pseudoacacia* L.)
13. Kastanie, (*Alseulus hippocastanum* L. 栗、)
14. Apfelbaum, (*Pirus malus* L. 林檎、)
15. Winterlinde, (*Tilia parvifolia* Ehrh.)
16. Eberesche, (*Sorbus aucuparia* L. なゝかまど、)
17. Roterle, (*Alnus glutinosa* Gaert, 赤楊、)
18. Birke, (*Betula alba* L. しろかば、)
19. Sommerlinde, (*Tilia grandifolia* Ehrh, 夏提善樹、)
20. Hainbuche, (*Carpinus betulus* L. しで、)
21. Rotbuche, (*Fagus sylvatica* L. 赤樫、)

22. Vogerkinsche, (*Prunus avium* L. 櫻、)
23. Kiefer, (*Pinus silvestris* L. 松、)
24. Fichte *Abies exelsa* L. 唐檜、

(14) 以上數項に涉りて外國に於ける植物の耐煙順位に就て記載せるが、植物の耐煙性が土地により境遇により大差ある事明かなるを以て、外國に於ける是等の例を以て直に我邦に應用せん事元より不可能なり、我邦に於ても甲地の強抵抗力の樹種は必ずしも乙地の優者にあらず、例へば、小阪煙害地に於ける有名なる長木澤國有林は殆んど全部枯凋し盡し最早伐採し終るの慘況を目撃するに、日立煙害地にては杉林の枯死したる區域は僅かに經一里圏を超ゆる事少許に過ぎず、別子煙害地にては水稻の被害相當に著しと聞くに反し日立煙害地に於ける水稻の被害は極端に輕微なるを經驗す、斯くの如くなるを以て左に數例を示すと雖ども單に參考資料なるに止まるべし。

(15) 足尾銅山に於ける植栽實驗の結果によれば、最も被害に強き針葉樹は、

一、かや、さわら、扁柏、ねづこ、にして、
 二、黒松、杉、海岸松、いてふ、もみ、つが、之に次ぎ、
 最も弱き植物は

一、落葉松、朝鮮松、ひめこまつ、赤松、其他外國樹種にして
 二、あらゝぎ、ひば、ねずみさし、の類はこれより強し、
 落葉潤葉樹中最も強きものは、

一、山櫻、さいかち、むくろじ、にして
 二、とち、秋にれ、柏、こなら、檜、水檜、とねりこ、しおじ、之に次ぎ、
 最も弱きものは、

一、あめりかやまならし、栗、けやき、にして、

二、山赤楊、白樺、しなのき、ずみ、かまずみ、之に次ぐと

(16) 伊豫別子銅山の調査によれば、順列左の如し、強きものより順次に示す
 落葉潤葉樹

一、ムクエノキ、エノキ、

二、ムクロジ、ヤマハンノキ、クサギ、

三、オヲギリ、シダレヤナギ、ヤマハゼ、ハンノキ、カヘデ、

針葉樹

一、ヒノキ、ネズミサシ、ビヤクシン、イテフ、

二、ツガ、竹類、

三、スギ、イチイ、クロマツ、

四、カラマツ、アカマツ、

常緑潤葉樹

ツバキ、ネヅミモチ、

(17) 小阪鑛山に於ける、

潤葉樹の強きものは、みづき、大島櫻、水檜、くろもぢ、とち、等にして弱き
 ものは、栗、はんのき等にして、

針葉樹の弱きものは、赤松、羅漢柏、黒松等なりと、
 作物其他にて強きものは、いね、粟、稗、ぢしばり、萱、笹、あけび等にて

ス示ヲ合場キ強ニ害煙リヨ柏扁ノ杉 圖十第



ス示ヲキ強ニ害煙リヨ樅ガ杉及柏扁 圖一十第

弱きものは、葡萄、覆盆子、わらび、くさぎ、ちやんばぎく、とらのを、よ
めな、そば、さきり、ばれんしば等なりと、

(18) 静岡縣岩田郡片瀬銅山の調査によるに

煙害に強き常緑闊葉樹は、つばき、さかき等にして、弱きものは、やしやぶし、櫟、枹
つゝじ、桑、くるみ、ぬるて、樟、栗、りようぶ等なり、又針葉樹にて強きは杉ひのき等な
りと

(19) 日立鑛山煙害地に於て著者は耐煙順位の調査を試み之が表示に就て研究しつ
つあれども、尙未だ完成せず他日發表し得る機會あるを信ず。

只今日迄調査したる主要なる林木につき耐煙順位を五級に分ち記載すれば左
の如し之れにより耐煙性は植物分類學上の科屬等の系列に關係なき事を諒知し
得べし。

- | | | |
|--------|--------|-------|
| 最も強きもの | ヒサカキ、 | ツバキ、 |
| 強きもの | ヤシヤブシ、 | ミヅキ、 |
| 中位のもの | 黒松、 | シロカシ、 |
| | 杉、 | 檜、 |
| | 花柏、 | クヌギ、 |
| | ホ、 | |
| | コナラ、 | アオキ、 |
| | 大島櫻 | |



第十二圖 烟突附近裸地ニ於テヒサカキノ獨リ繁茂セル狀況

弱きもの、赤松、カラマツ、アカガシ、梅、枇杷、

最も弱きもの、栗、

(第十、第十一、第十二圖参照)

(20) 農作物の耐煙順位は複雑にして一定の表示を試むる事困難なり、即ち發育の時期により、肥培の關係により、或は所要の收穫物が葉なるか、實なるか、根なるか、等の關係より甚だ判定上困難を感ず、然れども一般に小麥、稻は裸麥より強く、胡麻、蕎麥、煙草が陸稻、大小豆より弱さが如きは既に明瞭なる事實とす。

今日立鑛山に於ける耐煙度より見たる作物の區分を示せば左の如し、

第一類 玉蜀黍、蜀黍、粟、黍、蘆粟、甘蔗、(作物以外なれど)

第二類 蒟蒻、蠶豆、

第三類 刀豆、蒟薯、

第四類 甘藍、里芋、甘藷、馬鈴薯、菜豆、豇豆、

第五類 稻、陸稻、小麥、

第六類 玉葱、葱、落花生、

第七類 豌豆、薑、大根、

- 第八類 大麥、燕薯、除蟲菊、
- 第九類 裸麥、小豆、大豆、
- 第十類 牛蒡、胡蘿蔔、
- 第十一類 菜類、胡麻、
- 第十二類 蕎麥、煙草、

尙全生育期を通じて非耐煙性なるものを示せば蕎麥、胡麻、煙草等にして幼弱期に弱く老境に入りて抵抗力を増すものは、陸稻、除蟲菊、大豆、小豆、豌豆、菜豆、燕薯類等とす。

(21) 雜草の耐煙性に就ては調査少なけれども、煙害判斷上甚だ重要な關係を有するものなり、今左に概觀的に雜草の強弱を示すべし。

弱きもの

とらのを、ひるがを、よもぎ、じしばり、にがな、ひめのむかし、よむぎ、かたばみ、おほばこ、なでしこ、あざみ、みぞゝば、あかさ、いぬたて、紫雲英、うまごやし、ぜんまい。

強きもの、

苧、しは、めひしは、あやめ、せきしよ、いち、はつ、いたどり、わらび、

(22) 等しく同一植物なれど其品種により、著しく差あるの事實あり、

鈴木千代吉氏によれば小坂鑛山附近に於ては、稻の無芒種は有芒種に比し其被害甚だしく、粗皮の薄きものは厚きものに比し其影響一層鋭敏なりと、例へば五郎兵衛坊主及早生坊主は烏糯、冷水田子、及黒兵衛田子より被害大なりと、小麥は大麥裸麥よりも強しとなすを普通とするが、米丸學士によれば一般に稀薄なる程度にては裸麥は大麥に比し弱けれども濃厚なる酸瓦斯にては却て大麥の方害せらるる事多きが如しと。

著者の實驗によるに小麥中にて赤小麥、白小麥、カリフォルニヤ、濠洲等の如く葉の巾廣く直立性の品種は、一般に弱きが如く、ほまれ、白莢、小丈早生の如きは耐煙性強きが如し。

大麥にては長岡、關取、竹林等は強きも九合、ゴールドンメロン等は著しく弱し。

(23) 植物の耐煙力は何故に斯くの如き差異ありや、是れ重要な問題にして未だ解