

# VII 報 文

## 秋田地区におけるクロマツ樹葉の重金属成分濃度実態について

吉田 昇 杉本俊比古  
井島 辰也<sup>1)</sup> 片岡 実<sup>2)</sup>

### 1 はじめに

大気汚染物質の植物影響については昨年度までガス状物質の代表である二酸化硫黄に着目し、秋田臨海地区及び秋田市街地区のクロマツ木等を対象に大気中濃度と葉中硫黄含有量さらには樹木成長との関連性などについて調査検討を加えてきたが、57年度は新たに重金属成分による植物影響を考察する目的で同地区内の製錬所周辺及び一般環境地点のクロマツ木について葉中の重金属含有実態調査を実施した。

### 2 調査方法

#### (1) 調査地点及び試料採取

調査地点は表一1及び図一1のとおりである。一般環境地点として昨年度の秋田地区内8地点のうち男鹿市脇本及び秋田市將軍野を除く6地点を、また、製錬所周辺地区として新たに秋田市飯島地区の亜鉛製錬所周辺に6地点を設定し、57年10月に各地点の代表1標本木について樹木頂部から3、4段目の正常葉を2年葉を含め採取した。

表一1 調査地区別調査地点

| 地 区 区 分     | No. | 調 査 地 点 名   | 地 区 区 分       | No. | 調 査 地 点 名      |
|-------------|-----|-------------|---------------|-----|----------------|
| 一 般 環 境 地 区 | 1   | 天王町上二田      | 製 錬 所 周 辺 地 区 | 7   | 火力発電所北門北 100 m |
|             | 2   | “ 追分西       |               | 8   | “ 北 200 m      |
|             | 3   | 秋田市中通（千秋公園） |               | 9   | 製錬所西側境界 50 m   |
|             | 4   | “ 仁井田       |               | 10  | “ 150 m        |
|             | 5   | “ 割山        |               | 11  | “ 300 m        |
|             | 6   | “ 新屋（大森山）   |               | 12  | 製錬所南東約 1 km    |

1) 現在鷹巣保健所 2) 現在環境保全課

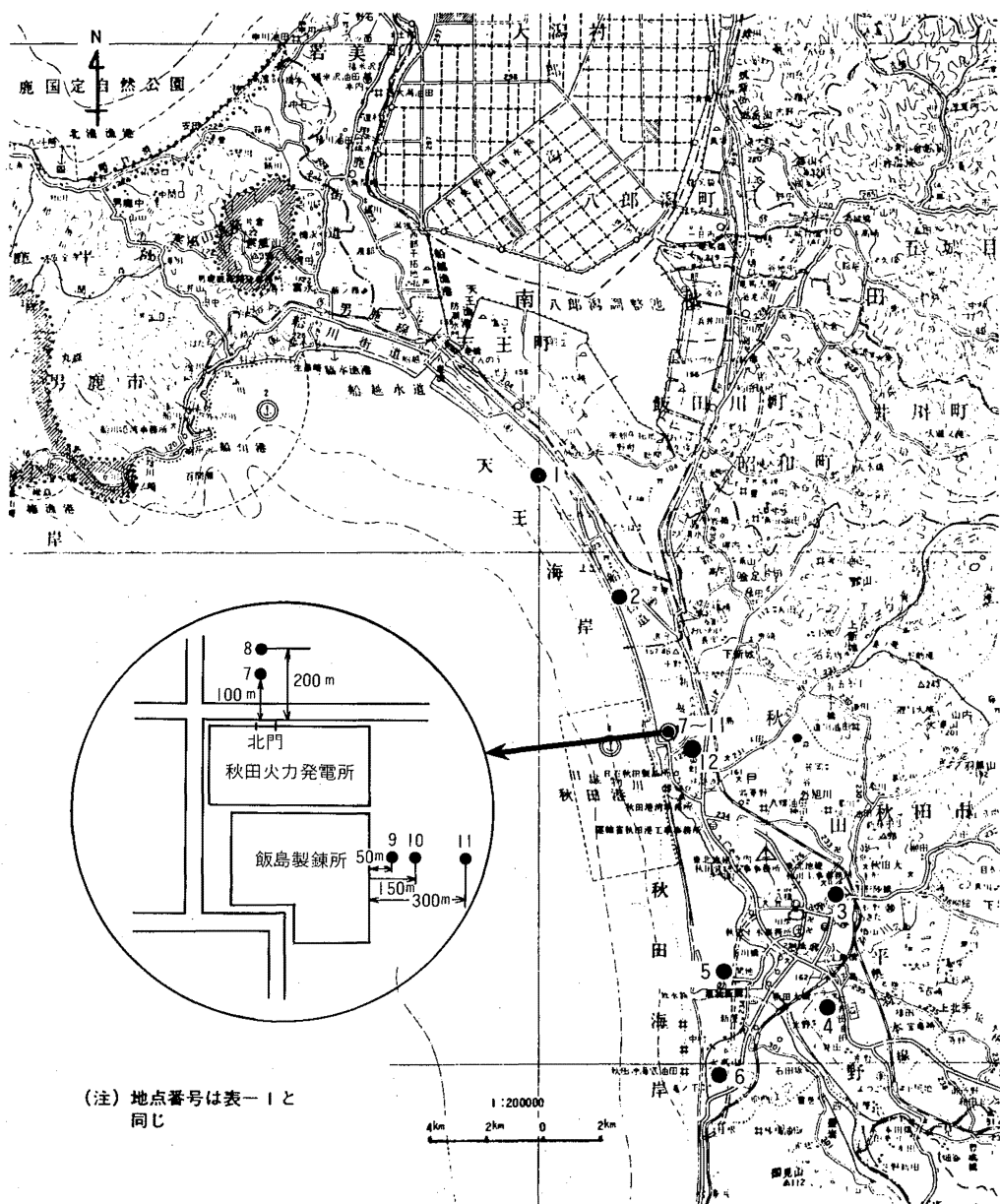


図-1 調査地点

## (2) 試料調製及び分析方法

採取した各地点の1、2年葉を水道水及びイオン交換水振とう洗浄により葉体表面の付着成分を除去後、80℃数日乾燥で恒量とした。

また試料の分解は恒量試料の一定量を粉碎せずにトルビーカに入れ、ホットプレート上で硝酸、過塩素酸分解濃縮後、温塩酸により溶解濾過後定容し、さらにその一定量を溶媒抽出し原子吸光法で銅、鉛、亜鉛、カドミウム、鉄、マンガン及びニッケルの8成分について測定を行った。

### 3 調査結果及び考察

#### (1) 成分別葉中含有量状況

表-2 及び図-2 は一般環境及び製錬所周辺地区における各調査地点のクロマツ葉中の金属成分含有量を表わしたもので、また表-3 はこれらのバラツキ程度をみるための平均値、標準偏差及び変動係数を求めたものである。

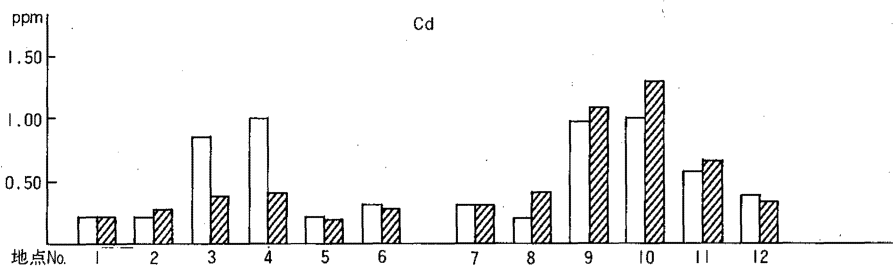
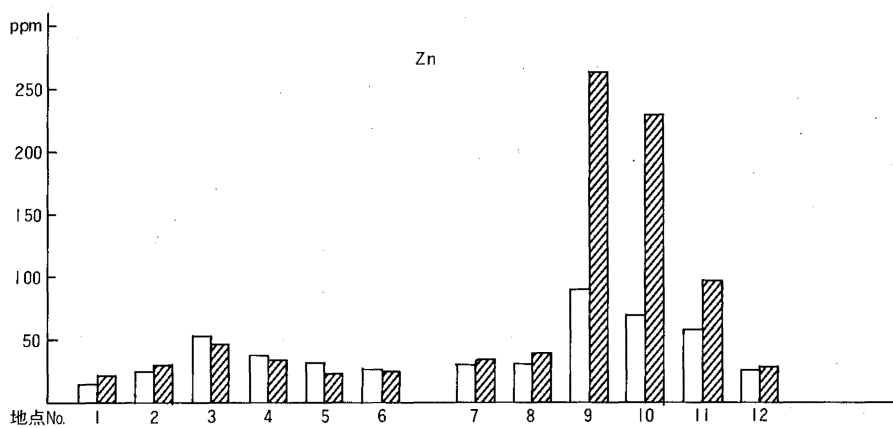
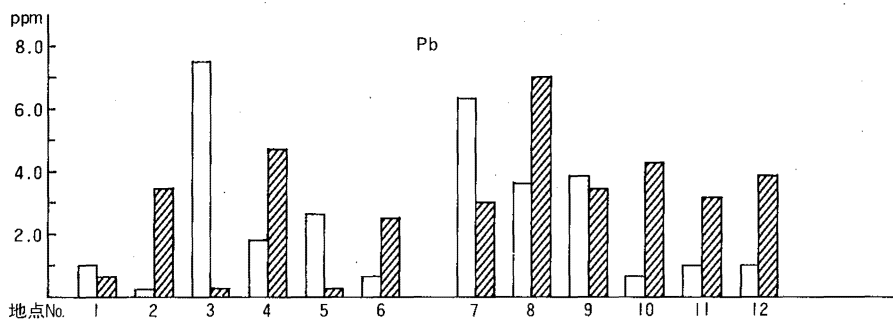
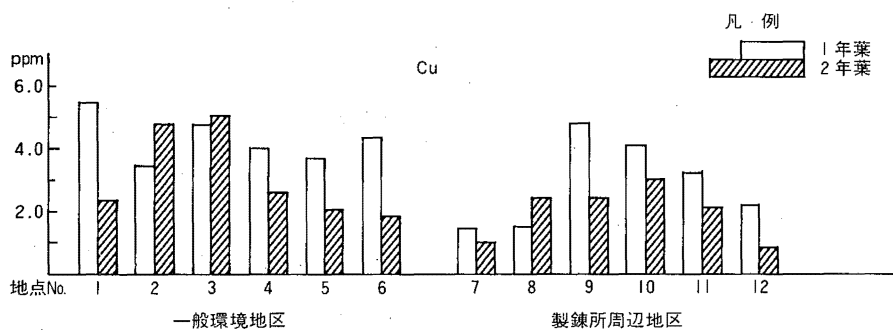
葉中の金属成分濃度は各成分の葉体吸収機構や植物体内での挙動のちがい、さらにはこれらの発生要因との関連により成分それ自体で大きく異なるが、同一成分でも調査地点及び葉令によりかなりの変動がみられる。

一般環境地区及び製錬所周辺地区の各6調査地点の平均値により両地区間の成分別含有量順位をみると、一般環境では  $Fe > Mn > Zn > \begin{smallmatrix} Cu \\ Pb \\ Ni \end{smallmatrix} > Cd$  であるのに対し製錬所周辺地区では  $Fe > Zn > Mn > \begin{smallmatrix} Cu \\ Pb \\ Ni \end{smallmatrix} > Cd$  とマンガンと亜鉛の含有割合が逆転しており、製錬所周辺地区のクロマツ葉中の亜鉛含有量が一般環境のそれに比較し高いことがわかる。

表-2 クロマツ葉中の金属成分濃度分析結果

| 地区区分    | No. | 調 査 地 点 名                       | 金 属 成 分 濃 度 (ppm) |                |             |                |              |            |              |
|---------|-----|---------------------------------|-------------------|----------------|-------------|----------------|--------------|------------|--------------|
|         |     |                                 | Cu                | Pb             | Zn          | Cd             | Fe           | Mn         | Ni           |
| 一般環境地区  | 1   | 天王町上二田                          | 5.5<br>(2.4)      | 0.98<br>(0.58) | 23<br>(16)  | 0.22<br>(0.22) | 141<br>(270) | 37<br>(82) | 3.9<br>(3.2) |
|         | 2   | “ 追分西                           | 3.5<br>(4.8)      | 0.18<br>(3.4)  | 26<br>(31)  | 0.22<br>(0.27) | 413<br>(182) | 58<br>(44) | 3.2<br>(3.4) |
|         | 3   | 秋田市中通                           | 4.8<br>(5.1)      | 7.5<br>(0.23)  | 54<br>(49)  | 0.85<br>(0.37) | 397<br>(750) | 40<br>(61) | 5.4<br>(3.9) |
|         | 4   | “ 仁井田                           | 4.0<br>(2.6)      | 1.8<br>(4.7)   | 37<br>(36)  | 1.00<br>(0.40) | 96<br>(223)  | 44<br>(81) | 5.3<br>(3.3) |
|         | 5   | “ 割山                            | 3.7<br>(2.1)      | 2.6<br>(0.22)  | 33<br>(25)  | 0.22<br>(0.18) | 125<br>(174) | 47<br>(99) | 3.6<br>(3.1) |
|         | 6   | “ 新屋                            | 4.3<br>(1.8)      | 0.58<br>(2.4)  | 27<br>(25)  | 0.30<br>(0.27) | 153<br>(275) | 35<br>(59) | 3.8<br>(3.7) |
|         |     | 平 均                             | 4.3<br>(3.1)      | 2.3<br>(1.9)   | 33<br>(30)  | 0.47<br>(0.29) | 221<br>(312) | 44<br>(71) | 4.2<br>(3.4) |
| 製錬所周辺地区 | 7   | 火力発電所北門北 100 m<br>(製錬所北約 800 m) | 1.4<br>(1.0)      | 6.3<br>(3.0)   | 31<br>(36)  | 0.30<br>(0.30) | 390<br>(985) | 39<br>(68) | 3.9<br>(3.8) |
|         | 8   | “ 200 m<br>(製錬所北約 900 m)        | 1.5<br>(2.4)      | 3.6<br>(7.0)   | 32<br>(43)  | 0.22<br>(0.42) | 467<br>(765) | 44<br>(57) | 4.0<br>(3.2) |
|         | 9   | 製錬所西側境界 50 m                    | 4.8<br>(2.4)      | 3.8<br>(3.4)   | 91<br>(265) | 0.97<br>(1.08) | 187<br>(332) | 47<br>(71) | 4.5<br>(3.3) |
|         | 10  | “ 150 m                         | 4.1<br>(3.0)      | 0.58<br>(4.2)  | 73<br>(230) | 1.00<br>(1.30) | 232<br>(627) | 37<br>(51) | 4.2<br>(3.8) |
|         | 11  | “ 300 m                         | 3.2<br>(2.1)      | 0.92<br>(3.1)  | 57<br>(96)  | 0.57<br>(0.65) | 205<br>(510) | 41<br>(62) | 4.2<br>(4.1) |
|         | 12  | 製錬所南東約 1 km                     | 2.2<br>(0.80)     | 0.89<br>(3.8)  | 26<br>(28)  | 0.37<br>(0.27) | 183<br>(385) | 48<br>(83) | 4.0<br>(3.3) |
|         |     | 平 均                             | 2.9<br>(2.0)      | 2.7<br>(4.1)   | 52<br>(117) | 0.57<br>(0.67) | 277<br>(601) | 43<br>(65) | 4.1<br>(3.6) |

(注) 表中の上段は1年葉、下段の( )内は2年葉の各成分濃度を表わす。



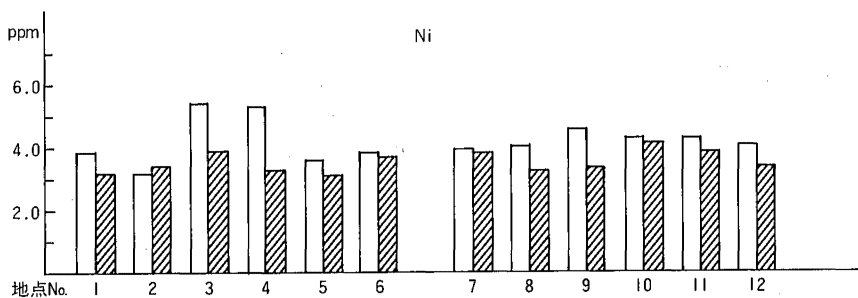
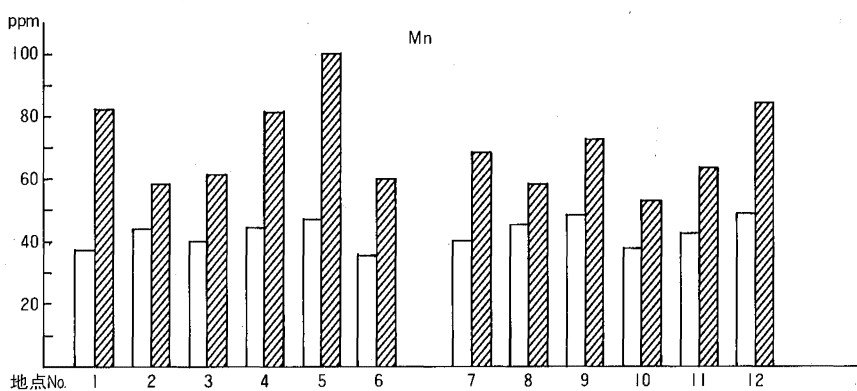
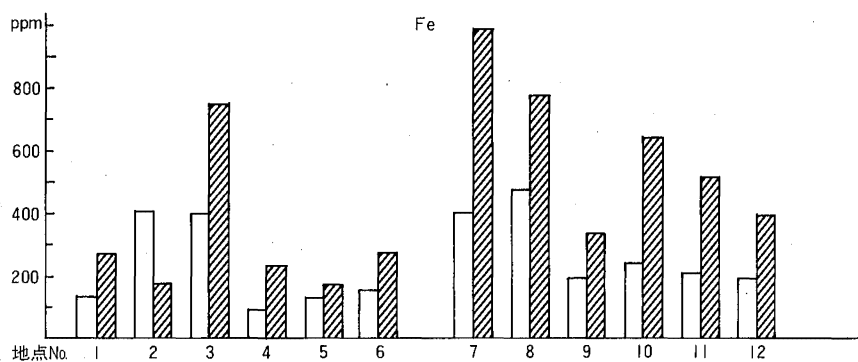


图-2 成分别地点别濃度比較

表－3 地区別成分別濃度状況

| 区分      | 金属名 | 最 高        | 最 低         | 平 均         | 標 準 偏 差     | 変 動 係 数     |
|---------|-----|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 一般環境地区  | Cu  | 5.5 ( 5.1) | 3.5 ( 1.8)  | 4.3 ( 3.1)  | 0.68 (1.31) | 15.8 (42.3) |
|         | Pb  | 7.5 ( 4.7) | 0.58 (0.22) | 2.3 ( 1.9)  | 2.47 (1.72) | 107 (90.5)  |
|         | Zn  | 54 ( 49)   | 23 ( 16)    | 33 ( 30)    | 10.3 (10.4) | 31.2 (34.7) |
|         | Cd  | 1.0 (0.40) | 0.22 (0.18) | 0.47 (0.29) | 0.33 (0.08) | 70.2 (17.0) |
|         | Fe  | 413 (750)  | 96 (174)    | 221 (312)   | 131 (200)   | 59.3 (64.1) |
|         | Mn  | 58 ( 99)   | 35 ( 44)    | 44 ( 71)    | 7.63 (18.2) | 17.3 (25.6) |
|         | Ni  | 5.4 ( 3.9) | 3.2 ( 3.1)  | 4.2 ( 3.4)  | 0.84 (0.28) | 20.0 (8.24) |
| 製錬所周辺地区 | Cu  | 4.8 ( 3.0) | 1.4 (0.80)  | 2.9 ( 2.0)  | 1.28 (0.79) | 44.1 (39.5) |
|         | Pb  | 6.3 ( 7.0) | 0.58 ( 3.0) | 2.7 ( 4.1)  | 2.08 (1.37) | 77.0 (33.4) |
|         | Zn  | 91 (265)   | 26 ( 28)    | 52 (117)    | 24.2 (95.8) | 46.5 (81.9) |
|         | Cd  | 1.0 ( 1.3) | 0.22 (0.27) | 0.57 (0.67) | 0.31 (0.39) | 54.4 (58.2) |
|         | Fe  | 467 (985)  | 183 (332)   | 277 (601)   | 110 (224)   | 39.7 (37.3) |
|         | Mn  | 48 ( 83)   | 37 ( 51)    | 43 ( 65)    | 4.03 (10.3) | 9.37 (15.8) |
|         | Ni  | 4.5 ( 4.1) | 3.9 ( 3.2)  | 4.1 ( 3.6)  | 0.18 (0.33) | 4.39 (9.17) |

(注) 表中の左数値は1年葉、( )内は2年葉を表わす。

樹木葉中の金属成分含有実態についてはいくつかの研究機関における調査事例が報告されているが、表－4はこれらと今回の秋田地区の調査結果を比較したものである。調査対象地域の環境実態、調査対象木さらには調査分析法等がすべて異なるため同一尺度での比較検討はできないが、秋田地区でのクロマツ葉中の金属成分含有量は平均的には各成分とも他地区の調査結果に比較しほぼ同程度のレベル範囲内にあるといえる。

表－4 他機関の調査例との比較

| 調 査 機 関           | 年度 | 調査<br>地点   | 調査対象<br>樹 木 | 葉 中 の 金 属 成 分 含 有 量 (μg) |        |       |          |          |         |           |
|-------------------|----|------------|-------------|--------------------------|--------|-------|----------|----------|---------|-----------|
|                   |    |            |             | F e                      | Mn     | Z n   | C u      | P b      | N i     | C d       |
| 神 奈 川 県<br>農 総 研  | 47 | 22         | ケ ヤ キ       | 180～290                  | 30～60  | 20～35 | —        | 5～11     | —       | 0.3～0.4   |
|                   |    |            | イ チ ョ ウ     | 230～360                  | 21～28  | 11～27 | —        | 6～16     | —       | 0.4～0.7   |
|                   |    |            | サ ク ラ       | 230～320                  | 40～130 | 30～40 | —        | 7～11     | —       | 0.4～0.6   |
| 神 奈 川 県<br>公害センター | 52 | 12         | ク ロ マ ツ     | —                        | —      | 21～80 | —        | 1.6～9.6  | —       | 0.71～0.95 |
| 東 京 都<br>公害研究所    | 52 | 10         | ケ ヤ キ       | 110～320                  | 20～300 | 10～25 | 5.6～8.2  | 4.2～11.8 | 1.8～3.5 | —         |
| 秋田県環境<br>技術センター   | 57 | 秋田地区<br>12 | ク ロ マ ツ     | 96～985                   | 35～99  | 16～28 | 0.80～5.5 | 0.00～7.5 | 3.1～5.4 | 0.18～1.30 |

(注) 神奈川県農総研及び東京都公害研究所のデータは平均含有量を表わす。

## (2) 地区別濃度状況

一般環境地区6地点の各成分濃度については、前述の表—2、3及び図—2からわかるとおり、秋田市街地区の秋田市中通（千秋公園）及び秋田市仁井田（県農業試験場）の両地点において、鉛、亜鉛、カドミウムの3成分が昨年度の葉中硫黄含有量調査結果と同様、他地点に比較しやや高目の傾向にある。また、製錬所周辺との地区対比では、平均レベルで、亜鉛、カドミウム及び鉄の3成分が低目であるのに対し、銅成分は逆に全般的に同地区内の含有量を上回る傾向にある。

一方、亜鉛製錬所からのばい煙等による重金属成分の樹木影響を考察する目的で新たに製錬所周辺地区に設けた6調査地点については地区平均レベルで一般環境地区とは逆に亜鉛、カドミウム及び鉄成分が高い傾向にある。また、銅を含む亜鉛、カドミウムの3成分については製錬所に最も近いNo.9、10の両地点が他の地点に比較し高い含有量を示している。

図—3は製錬所周辺地区内の6地点について、製錬所からの距離と成分別葉中含有量との関係を示したものであるが、これによると前述の銅、亜鉛及びカドミウムの3成分については製錬所直近のNo.9及びNo.10をピークとする葉中成分含有量の顕著な距離減衰傾向がみられ、同製錬所からの影響が推察される。

今回の調査ではクロマツ林の位置や調査地点の選定の関係上、各調査地点においてハイボリウムエアサンプラー等による大気環境中の粉じん、重金属成分調査を実施することができなかったため、前述の葉中含有量の距離減衰と大気環境濃度との関連性は明確にすることはできない。しかし図—4（年報第8号から抜粋）の亜鉛製錬所周辺において過去に実施した調査データをもとに作成した飯島地区の成分別相対濃度経年変化をみてわかるとおり亜鉛、カドミウムの両成分は葉中含有量と同様の距離減衰を示しており、両者の相関性がうかがわれる。

なお、表—5は一般環境地区及び製錬所周辺地区の両地区について成分間の相関係数を求めたものであるが、一般環境地区についてはZn—Cd—Ni間に、また、製錬所周辺地区についてはCu—Zn—Cd間にそれぞれ有意な相関関係がみられる。

表—5 地区別成分間相関係数

(一般環境地区)

|    | Cu                 | Pb                 | Zn                 | Cd                 | Fe                 | Mn                 | Ni                 |
|----|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Cu |                    | 0.266<br>(-0.018)  | 0.069<br>(0.711)   | 0.061<br>(0.421)   | -0.124<br>(0.583)  | -0.751<br>(-0.637) | 0.311<br>(0.495)   |
| Pb | -0.400<br>(0.360)  |                    | 0.950<br>(0.102)   | 0.576<br>(0.516)   | 0.393<br>(-0.441)  | -0.207<br>(-0.339) | 0.698<br>(-0.070)  |
| Zn | 0.961<br>(0.722)   | -0.189<br>(-0.217) |                    | 0.758<br>(0.788)   | 0.375<br>(0.736)   | -0.120<br>(-0.347) | 0.804<br>(0.667)   |
| Cd | 0.968<br>(0.827)   | -0.360<br>(-0.125) | 0.943<br>(0.959)   |                    | 0.032<br>(0.503)   | -0.167<br>(-0.328) | 0.957<br>(0.543)   |
| Fe | -0.723<br>(-0.141) | 0.510<br>(0.217)   | -0.534<br>(-0.457) | -0.649<br>(-0.357) |                    | 0.476<br>(-0.256)  | -0.014<br>(0.793)  |
| Mn | 0.027<br>(-0.809)  | -0.038<br>(-0.408) | -0.080<br>(-0.318) | -0.166<br>(-0.519) | -0.254<br>(-0.414) |                    | -0.386<br>(-0.660) |
| Ni | 0.942<br>(0.079)   | -0.653<br>(-0.570) | 0.947<br>(0.040)   | -0.847<br>(-0.177) | -0.613<br>(0.259)  | 0.224<br>(-0.371)  |                    |

(製錬所周辺地区)

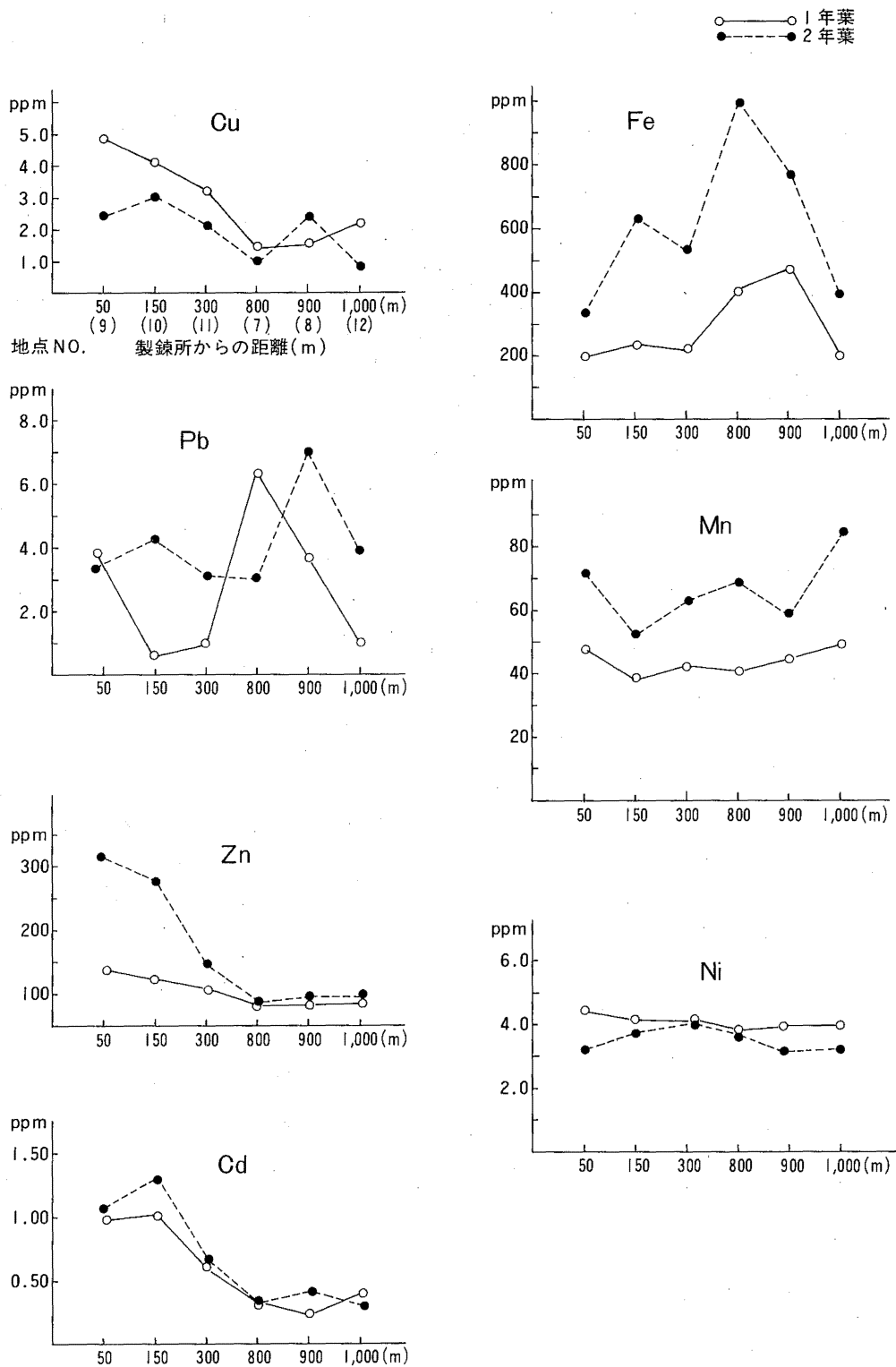
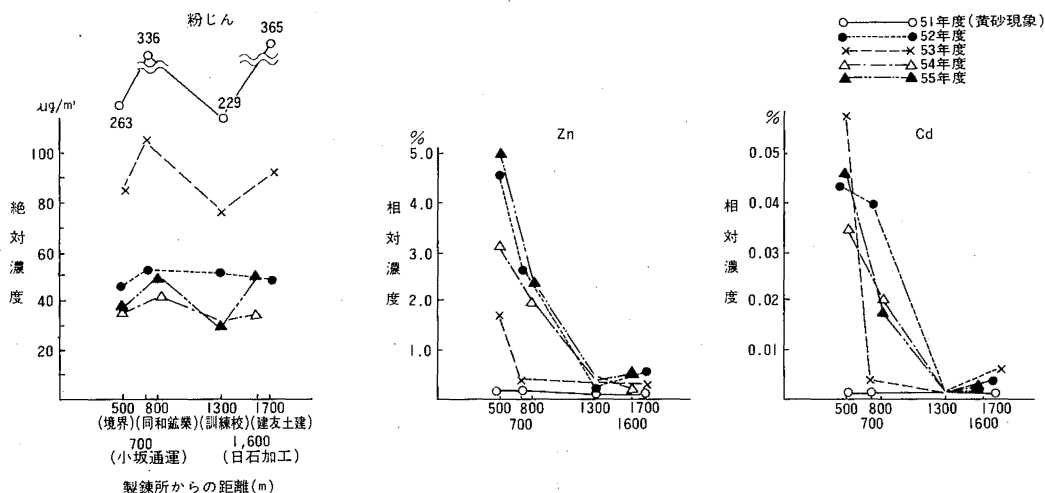


図-3 製錬所周辺地区の成分別距離別濃度変化





図一 4 飯島地区成分別相対濃度経年変化 (51~55年度期間平均)

### (3) 葉令別濃度状況

今回の調査では昨年度までの葉中硫黄含有量と同様、各標本木の1年葉及び2年葉の両葉について各金属成分の葉中含有量測定を実施した。

葉中における金属成分の挙動は植物種や植物の生理条件等による大気及び土壌からの吸収能力さらには金属成分そのものの化学的性状による植物体内での移動など多くの要因に支配されているものと考えられるが、一部地点の特定元素を除き地区別の元素間に一定の傾向が見られる。すなわち、一般環境地区については鉄及びマンガンを除いてはいずれも1年葉>2年葉であるのに対し、製錬所周辺地区内の大部分の標本木は銅及びニッケルの2成分を除き2年葉>1年葉となっている。

### 4 ま と め

- 各地点における葉中金属成分の濃度順位は鉄が最も高く次いで亜鉛・マンガン、銅・鉛・ニッケルでカドミウムが最も低い。
- 製錬所周辺地区の葉中成分のうち銅、亜鉛及びカドミウムの3成分については製錬所を中心とする葉中含有量の明確な距離減衰がみられ、同製錬所からの樹木への影響が推察される。
- 葉令別成分含有量は一部の元素を除くと一般環境地区では1年葉>2年葉、製錬所周辺地区では2年葉>1年葉となっている。

## 参 考 文 献

- 1 農林水産技術会議事務局（1977）：農林水産生態系における汚染物質の循環と指標生物に関する研究
- 2 農林水産技術情報協会（1977）：大気汚染物質による農作物被害に関する研究
- 3 神奈川県農総研（1972）：樹木に対するばいじん中の重金属の影響
- 4 神奈川県公害センター（1977）：植物指標による複合大気汚染地域の環境評価に関する野外調査
- 5 東京都公害研究所（1977）：ケヤキの葉分析結果と樹勢との関係について