

## 松山市周辺における樹種調査と葉面の塩分付着量について

垣原登志子<sup>1</sup>・小林範之<sup>1</sup>・配川美幸<sup>1</sup>・江崎次夫<sup>1</sup>・  
河野修一<sup>1</sup>・Razafindrabe Bam Haja Nirina<sup>2</sup>・中島勇喜<sup>3</sup>

Species investigation and leaf-surface salt amount of tree  
planted on the outskirts of Matsuyama

Toshiko Kakihara<sup>1</sup>, Noriyuki Kobayashi<sup>1</sup>, Miyuki Haikawa<sup>1</sup>, Tsugio Ezaki<sup>1</sup>,  
Shuichi Kohno<sup>1</sup>, Razafindrabe Bam Haja Nirina<sup>2</sup>, Yuki Nakashima<sup>3</sup>

**Abstract:** Although Japanese *black pine* were the main species colonizing the coastal forest in Ehime Prefecture, Japanese *black pine* sawyer beetle *Monochamus alternatus* invasion has caused disappearance of the species. It is assumed that by choosing salt-tolerant species in broad-leaved forest, the protective function of coastal forests might be record.

Native species along the shoreline on the outskirts of Matsuyama City were surveyed; in addition, leaf-surface salt amount was measured. 14 species of evergreen and 27 species of deciduous broad-leaved trees were identified. In the evergreen broad-leaved trees, salt amount deposited on a leaf surface was found higher than that in the deciduous broad-leaved ones. Moreover, deposited salt amount on the leaf surface was found higher in the winter than in autumn. The amount was remarkably higher in *Euonymus japonicus* (Thunb.) and *Rhaphiolepis indica* (L.) Lindl. var. *umbellata* (Thunb.) H. Ohashi compared with that of other tree species.

## 1 はじめに

日本の汀線の全長は約 34,000km であり、各地で海岸林がみられる。海岸林は海岸地帯の生産や活動の場を飛砂や潮風、津波、高潮等による被害から保護するために造成された。海岸林の果たす役割は飛砂防備、防風、潮害防備および防霧などであり、これらの災害を防止すると共に、生活環境の改善に大きな役割を果たしている。しかし地域により気象条件や海岸林の機能が異なるため、海岸林の果たす役割も異なる。

海岸地帯の森林は一般の山地と比べ、塩分濃度が高い土壌であるため、造成やその後の生育などに困難を要する。そのため海岸地域の森林は、広葉樹を主体とした自然林が多く、強風、乾燥、極端な低温や高温、潮水の飛来など海岸特有の環境に適応した樹種や生態的特徴を持っていると考えられる。海岸地域に生育する樹木へ付着する飛塩は、海上の白波等に起因する微水塩粒子や海岸に打ち寄せる波によって発生する海水の飛沫は、微水塩粒子の状態でも風により、次第に微細塩の結晶に形を変えながら陸上へ運ばれ内陸部まで達する。この海風中の微水塩粒子は林内を通り抜ける間に幹枝葉に捕捉される。この場合は障害物というより濾過器のような作用をすると言われている<sup>5)</sup>。微水塩粒子は運ばれたものであり、その捕捉量を把握することは、その地方に適した海岸保安林を造成する上で重要である。

愛媛県の汀線は他県の海岸線と同様にクロマツが主体であったがマツクイ虫が発生し多くのクロマツ林が喪失した。その後県下の海岸線では広葉樹が確認され

るようになった。愛媛県の海岸線は瀬戸内海に面しているため、太平洋側や日本海側に比べ津波や積雪の恐れが少ない。しかし、台風時の暴風により主要産業である柑橘が塩害の被害を度々うける。そこで、広葉樹で耐潮性がある樹種を選択すれば海岸林の機能が果たせるのではないかと考えた。樹木に付着する塩分量は樹種によって異なり、また同じ広葉樹においても樹葉の形態や構造、着葉位置、樹種によって異なると言われている。針葉樹の付着塩分量に関する報告はあるが、広葉樹に関する報告は少ない。

本研究では、松山市周辺の海岸線にはどのような樹種が自生しているのか調査すると共に、樹種による塩分付着量を測定した。また代表的な調査地点において各樹木に付着している塩分量を部位別に測定し、樹木の特性を明らかにすることを目的とした。

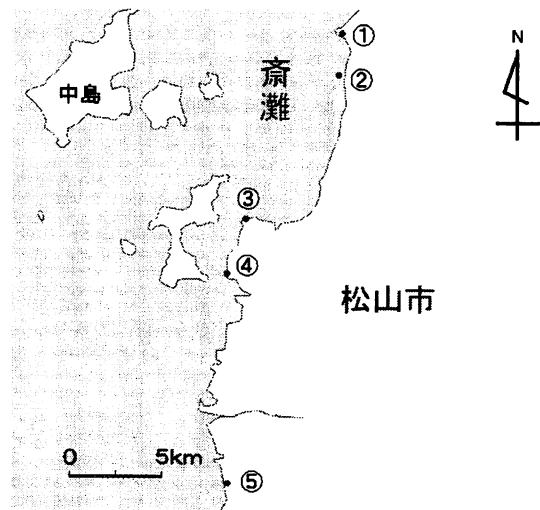


図 1 : 調査地

<sup>1</sup> 愛媛大学農学部, Faculty of Agriculture, Ehime University, 3-5-7 Tarumi, Matsuyama, 790-8566 Japan

<sup>2</sup> 愛媛大学大学院連合農学研究科博士課程, Ph.D. Student, the United Graduate of Agriculture Sciences, Ehime University, 3-5-7 Tarumi, Matsuyama-shi, Ehime, 790-8566 Japan

<sup>3</sup> 山形大学農学部, Faculty of Agriculture, Yamagata University, 1-23 Wakabamachi, Tsuruoka, 997-8555 Japan

## 2 調査地および樹葉採取方法

### 2.1.調査地

図1に本研究の調査地を示す。

調査対象地は、愛媛県松山市北条の斎灘・大浦から伊予市の新川海岸までの約27kmの汀線より5ヶ所を選定した。

### 2.2. 樹木および樹葉採取方法

各調査地点に自生している全ての樹種から樹葉を採取し、その場で葉の形態等から樹種を同定した<sup>1)2)6)</sup>。樹葉は海からの風を強く受けるとされる海側に面した部位を採取した。採取高度による付着塩分量の差異を見るために、樹木の上枝・中枝・下枝に分けて樹葉を採取した。また樹葉の採取日は、降雨後7日以上晴天の続いた日に行なった。採取した樹葉はビニール袋に入れて持ち帰り、脱塩水100mlを加え1昼夜浸漬後、試料水とした。採取時に樹葉採取高を測定した。

測定は試料水を用いて、塩分量とEC(電極法, ES-51, HORIBA)を計測するとともに葉重(気乾重)を測定した。さらに葉重と葉の投影面積(投影面積)の関係からその面積を算出し、単位面積当たり付着塩分量( $\text{mg}/\text{cm}^2$ )を求めた(図2)。なお、気象観測資料は松山気象台のデータを用いた。

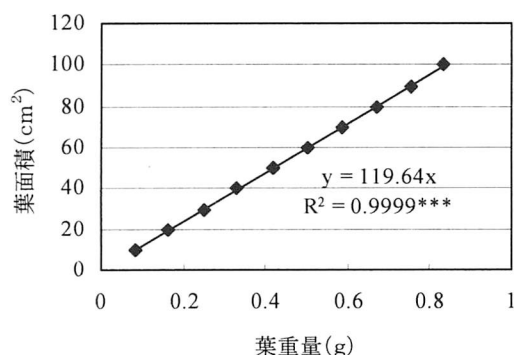


図2:葉面積と重量の関係

## 3 結果と考察

一般に葉面付着塩分量の変動要因としては、地形や樹種、降雨の状態、風向、風速、海岸からの距離などが考えられるが、本報では主として生育場所や樹種、海岸からの距離、風向等によってどの程度葉面に塩分が付着しているか、その差異について検討を行った。

### 3.1.確認された樹種と調査地点による葉面塩分付着量

調査地点①から⑤で確認された樹種を表1に示す。確認された常緑広葉樹は14種、落葉広葉樹は27種の合計41種であった。これらの樹種は、海岸域に自生し、台風や季節風の影響を受けても枯死していないため耐潮性がある樹種であると思われる。

表2に各調査地点の樹種別付着塩分量を示す(秋季)。測定日の降雨量は4.5mmであり、降雨日から採取日までの平均風速は1.5~2.3m/sである。測定時には既に葉が落ち付着塩分を確認することができない樹種があった。秋季に塩分付着が確認された樹種は、常緑広葉樹では14種の内6種、落葉広葉樹は27種の内15種の計

21種であった。

常緑広葉樹は全体的に葉面付着塩分量が多い傾向がみられた。確認された樹木の中では、マサキ、キジョラン、シャリンバイ、シロダモの順に本数が多かった。マサキ ( $3.25 \times 10^2 \text{mg}/\text{cm}^2$ ,  $1.87 \times 10^1 \text{mg}/\text{cm}^2$ ) とトベラ ( $1.30 \times 10^2 \text{mg}/\text{cm}^2$ ,  $8.58 \times 10^2 \text{mg}/\text{cm}^2$ ,  $8.34 \times 10^3 \text{mg}/\text{cm}^2$ ) は調査地点により、付着塩分量が1オーダー異なる値であった。マサキの自生場所は、調査地点②と③は汀線からの距離は同じであった。またトベラの自生場所は、①と③で汀線からの距離はほぼ同じであり、④は①と③に比べて汀線に近いが、低い値を示した。この差異は地形や風向により異なっただけではないかと考えられる。落葉広葉樹ではイヌエンジュ ( $8.58 \times 10^3 \text{mg}/\text{cm}^2$ ) とソメイヨシノ ( $5.55 \times 10^3 \text{mg}/\text{cm}^2$ ) 以外の樹種はほぼ同じ塩分量であった。

一般に海岸近くに生育する常緑樹の葉は、いずれも表皮のクチクラ層が発達して光沢があるといわれている<sup>3)</sup>。また葉面は葉脈の凹凸があるため、同じ葉面積でも葉の表面積が増えることや、粗度が大きくなり塩分が付着しやすくなると考えられる。今回付着塩分が認められた21種の樹葉からも常緑広葉樹の樹種の方が、塩分付着量が多いことがわかった。海岸周辺に自生している樹種はクチクラ層の発達したものが多いということは、塩害に対する植物の適応を示すものと思われる。

### 3.2.調査地点③での季節による葉面付着塩分量

調査地点③で確認された樹木は常緑広葉樹5種(ナワシログミ・マサキ・ネズミモチ・トベラ・シャリンバイ)、落葉広葉樹5種(アキグミ・イヌビワ・テリハノイバラ・アキニレ・ヤマフジ)の計10種であったが、ヤマフジは秋季の測定時に、イヌビワは冬季の測定時に葉が落ちており採取が不可能であった。

表3に秋季と冬季の測定日の気象観測状況を示す。秋季の風向は西~東北東の範囲であり、冬季の風向は西北西と一定であった。表4に調査地点③の樹種と立地条件を、図3に秋季と冬季における樹木別の塩分付着量を示す。



写真1: 調査地点①付近

表1：自生樹種一覧表

| 学名   | 樹種名      | 自生場所      |
|--|----------|-----------|
| 常緑広葉樹  |          |           |
| <i>Camellia japonica</i> L.  | ヤブツバキ    | 4         |
| <i>Castanopsis sieboldii</i> (Makino) Hatus.ex T.Yamaz.et Mashiba                  | スタジイ     | 2         |
| <i>Cinnamomum camphora</i> (L.) J.Presl  | クスノキ     | 2         |
| <i>Cinnamomum tenuifolium</i> (Makino) Sugim.ex H.Hara                             | ヤブニッケイ   | 2         |
| <i>Elaeagnus pungens</i> Thunb.  | ナワシログミ   | 2,3       |
| <i>Euonymus japonicus</i> Thunb.   | マサキ      | 1,2,3,4,5 |
| <i>Ilex rotunda</i> Thunb.   | クロガネモチ   | 5         |
| <i>Ligustrum japonicum</i> Thunb.  | ネズミモチ    | 1,3,4     |
| <i>Marsdenia tomentosa</i> Morren et Decaisne                                      | キジョラン    | 4         |
| <i>Neolitsea sericea</i> (Blume) Koidz.  | シロダモ     | 2         |
| <i>Nerium indicum</i> Mill.  | キョウチクトウ  | 2,5       |
| <i>Pittosporum tobira</i> (Thunb.) W.T. Aiton                                      | トベラ      | 1,3,4     |
| <i>Quercus phillyraeoides</i> A.Gray   | ウバメガシ    | 1         |
| <i>Raphiolepis indica</i> (L.) Lindl.ex kervar. <i>umbellata</i> (Thunb.) H.Ohashi | シャリンバイ   | 1,3       |
| 落葉広葉樹  |          |           |
| <i>Akebia trifoliata</i> (Thunb.) Koidz.   | アケビ      | 4         |
| <i>Alnus japonica</i> (Thunb.) Steud.  | ハンノキ     | 2         |
| <i>Alnus sieboldiana</i> Matsum.   | オオバヤシヤブ  | 2         |
| <i>Aralia elata</i> (Miq.) Seem.   | タラノキ     | 4         |
| <i>Celtis sinensis</i> Pers. var. <i>japonica</i> (Planch.) Nakai                  | エノキ      | 4,5       |
| <i>Cocculus orbiculatus</i> (L.) DC.   | アオツツラフジ  | 1,4       |
| <i>Elaeagnus umbellata</i> Thunb.  | アキグミ     | 2,3       |
| <i>Ficus erecta</i> Thunb.   | イヌビワ     | 1,3       |
| <i>Ginkgo biloba</i> L.  | イチョウ     | 2,4       |
| <i>Lagerstroemia indica</i> L.   | サルスベリ    | 4         |
| <i>Lespedeza bicolor</i> Turcz.  | ヤマハギ     | 1         |
| <i>Lespedeza buergeri</i> Miq.   | キハギ      | 1         |
| <i>Maackia amurensis</i> Rupr.et Maxim.  | イヌエンジュ   | 4         |
| <i>Mallotus japonicus</i> (L.f.) Müll.Arg.   | アカメガシワ   | 1,4       |
| <i>Cerasus</i> × <i>yedoensis</i> (Matsum.) A.V.Vassil.                            | ソメイヨシノ   | 1,2,4     |
| <i>Quercus serrata</i> Murray  | コナラ      | 1         |
| <i>Rhododendron kaempferi</i> Planch.  | ヤマツツジ    | 4         |
| <i>Rhus succedanea</i> L.  | ハゼノキ     | 1,2,5     |
| <i>Rhus sylvestris</i> Siebold et Zucc.  | ヤマハゼ     | 4         |
| <i>Robinia pseudoacacia</i> L.   | ハリエンジュ   | 1,5       |
| <i>Rosa luciae</i> Rochebr.et Franch.ex Crép.                                      | テリハノイバラ  | 1,3,4,5   |
| <i>Smilax china</i> L.   | サルトリイバラ  | 1         |
| <i>Ulmus parvifolia</i> Jacq.  | アキニレ     | 2,3       |
| <i>Wisteria brachybotrys</i> Siebold et Zucc.                                      | ヤマフジ     | 3         |
| <i>Wisteria japonica</i> Siebold et Zucc.  | ナツフジ     | 2         |
| <i>Zanthoxylum ailanthoides</i> Siebold et Zucc.                                   | カラスザンショウ | 2         |
| <i>Zelkova serrata</i> (Thunb.) Makino   | ケヤキ      | 1,2       |

表 2：各調査地点の樹種別付着塩分量

| 樹種名      | 採取場所 | 距離 (m)* | 単位面積当たり塩分付着量(mg/cm <sup>2</sup> ) | 樹種名     | 採取場所 | 距離 (m)* | 単位面積当たり塩分付着量(mg/cm <sup>2</sup> ) |
|----------|------|---------|-----------------------------------|---------|------|---------|-----------------------------------|
| マサキ      | 2    | 8.0     | 3.25×10 <sup>-2</sup>             | アキグミ    | 3    | 1.0     | 5.35×10 <sup>-2</sup>             |
| マサキ      | 3    | 8.0     | 1.87×10 <sup>-1</sup>             | イヌビロ    | 1    | 18.0    | 9.44×10 <sup>-2</sup>             |
| ネズミモチ    | 3    | 6.0     | 6.29×10 <sup>-2</sup>             | イチョウ    | 4    | 10.0    | 4.76×10 <sup>-2</sup>             |
| キシヨラン    | 4    | 5.0     | 1.28×10 <sup>-1</sup>             | サルスベツ   | 4    | 25.0    | 1.17×10 <sup>-2</sup>             |
| シロダモ     | 2    | 3.0     | 1.07×10 <sup>-1</sup>             | ヤマハギ    | 1    | 10.0    | 2.29×10 <sup>-2</sup>             |
| トベラ      | 1    | 18.0    | 1.30×10 <sup>-2</sup>             | イヌエンジュ  | 4    | 6.0     | 8.58×10 <sup>-3</sup>             |
| トベラ      | 3    | 14.0    | 8.58×10 <sup>-2</sup>             | アカメガシフ  | 1    | 18.0    | 6.26×10 <sup>-2</sup>             |
| トベラ      | 4    | 6.0     | 8.34×10 <sup>-3</sup>             | アカメガシフ  | 4    | 15.0    | 1.22×10 <sup>-2</sup>             |
| シャリンバイ   | 3    | 8.0     | 1.15×10 <sup>-1</sup>             | ソメイヨシノ  | 4    | 25.0    | 5.55×10 <sup>-3</sup>             |
| ハンキ      | 2    | 10.0    | 6.03×10 <sup>-2</sup>             | コナラ     | 1    | 10.0    | 1.94×10 <sup>-2</sup>             |
| オオバヤシヤブシ | 2    | 1.0     | 5.03×10 <sup>-2</sup>             | ハリエンジュ  | 1    | 18.0    | 7.17×10 <sup>-2</sup>             |
| エノキ      | 4    | 3.0     | 3.57×10 <sup>-2</sup>             | ハリエンジュ  | 5    | 95.0    | 2.18×10 <sup>-2</sup>             |
| エノキ      | 5    | 100.0   | 6.80×10 <sup>-2</sup>             | サルトリイバラ | 1    | 10.0    | 3.13×10 <sup>-2</sup>             |
|          |      |         |                                   | ケヤキ     | 2    | 3.0     | 9.42×10 <sup>-2</sup>             |

\*：汀線からの距離

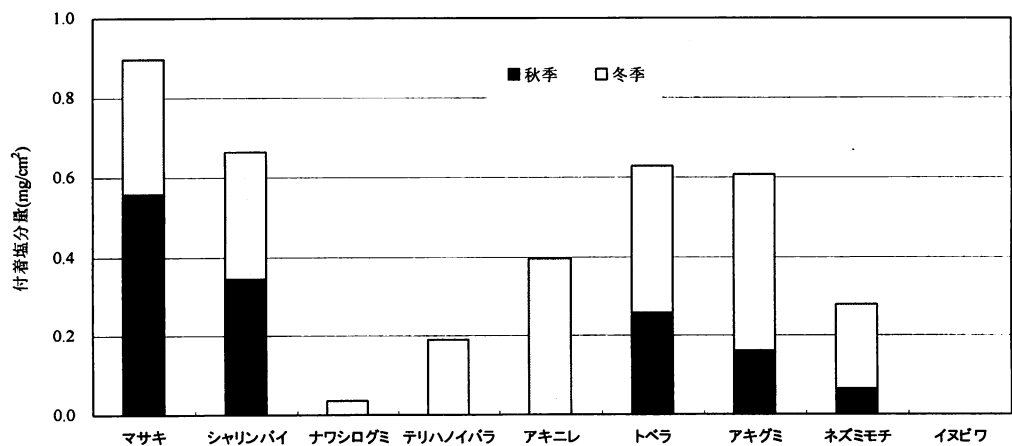


図 3：樹木別の塩分付着量

表 3：気象観測資料

|           | 2005.09.27. | 2005.12.13. |
|-----------|-------------|-------------|
| 平均気温(°C)  | 25.2        | 6.4         |
| 最高気温(°C)  | 29.9        | 9.7         |
| 最低気温(°C)  | 21.6        | 3.4         |
| 平均相対湿度(%) | 66          | 59          |
| 最小相対湿度(%) | 48          | 40          |
| 平均風速(m/s) | 2.2         | 2.5         |
| 降雨量(mm)   | 4.5         | 4.0         |
| 天候        | 晴           | 晴,曇         |

表 4：調査地点③の樹種と立地条件

| 樹種名     | 汀線からの距離(m) | 海面からの高さ(m) |
|---------|------------|------------|
| マサキ     | 8.0        | 5.0        |
| シャリンバイ  | 8.0        | 5.0        |
| ナワシログミ  | 16.0       | 2.0        |
| ヤマフジ    | 15.0       | 1.5        |
| テリハノイバラ | 15.0       | 3.0        |
| アキニレ    | 4.0        | 2.5        |
| トベラ     | 14.0       | 2.0        |
| アキグミ    | 1.0        | 4.0        |
| ネズミモチ   | 6.0        | 4.0        |
| イヌビロ    | 16.0       | 4.0        |

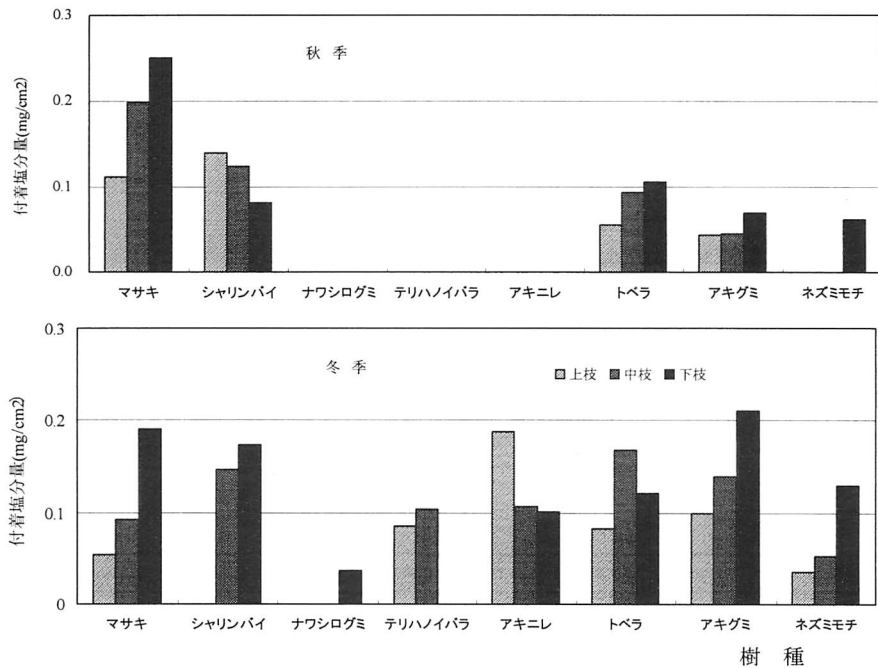


図4：樹種の部位別による塩分付着量

秋季の降水量は4.5mm、冬季は4.0mm、平均風速は秋季で2.2m/s、冬季で2.5m/sと降水量・風速ともほぼ同程度であった。秋季では5種に塩分付着が認められ、その中で塩分付着の多い順に並べるとマサキ、シャリンバイ、トベラ、アキグミ、ネズモチであった。また冬季は、8種に塩分付着が認められ、その中で塩分付着の多い順に並べるとアキグミ、アキニレ、トベラ、マサキ、シャリンバイ、ネズモチ、テリハノイバラ、ナワシログミであった。秋季と冬季の葉面塩分付着量を全体で比較すると、冬季が秋季の1.7倍であった。樹種別に見ると、マサキ、シャリンバイは秋季に塩分付着量が多くみられたが、トベラ(1.4倍)、アキグミ(2.8倍)、ネズモチ(3.4倍)は冬季に多くみられた。

### 3.3.調査地点③での樹種の部位別、葉面付着塩分量

図4に秋季と冬季における樹種の部位別による葉面付着塩分量を示す。

マサキは秋季、冬季とも上枝・中枝・下枝と上から下へ塩分付着量が多くなったが、他の樹種は秋季と冬季で塩分付着の部位が異なっていた。上枝～下枝の部位による付着塩分量の差異が認められなかったのは、海面から距離が10m程度であり、高木がなかったため、部位による差が明確に出現しなかったものと思われる。

海面から空中へ射出される微滴は、湿度の高い大気中では比較的大きな溶液滴の状態であるが、湿度が小さくなると、より小さな粒子となるかあるいは海塩の微粒子となる。付着した塩分は湿度70%以上で潮解して液体となり、それ以下では結晶になるといわれている<sup>4)</sup>。本調査の場合、1週間以上晴天が続いた日に採取したため、空中塩分は微細な結晶の粒子で浮遊すると考えられる。一般にクチクラ層の発達した葉は表面に光沢があるため、海風に運ばれた塩分粒子は葉面から滑落する場合や、付着力が弱いために風速が小さくても樹葉から落ちる場合があると考えられる。

### 4.まとめ

本研究では、松山市周辺の汀線に自生している樹種の調査と、各樹種の付着塩分量を計測した。

- ① 調査地点①から⑤の範囲で、常緑広葉樹は14種、落葉広葉樹は27種の合計41種が確認された。41種の樹種は耐潮性があると思われる。
- ② 秋季に塩分付着が確認された樹種は、常緑広葉樹では14種のうち6種、落葉広葉樹は27種のうち15種であった。
- ③ 常緑広葉樹と落葉広葉樹の葉面付着塩分量を比較すると、1オーダー異なることがわかった。常緑広葉樹は落葉広葉樹に比べ塩分を捕捉する能力が高いことがわかった。
- ④ 調査地点③では10種の樹種が確認された。秋季は5種、冬季は8種の樹種に塩分が付着していた。
- ⑤ 秋季と冬季の付着塩分量を比較すると、冬季は秋季の1.7倍多く付着していた。
- ⑥ 今回確認された樹種の中では、特にマサキとシャリンバイは、耐潮性と塩分捕捉能が高いことがわかった。

今回の調査結果より、クロマツ以外に海岸地域に自生する常緑広葉樹・落葉広葉樹の詳細が確認された。今後は広域に調査を行ない、どのような樹種が数多く自生し、耐潮性があるのか確認したい。

本報では降雨量が同程度である秋季と冬季について検討を行ったが、今後は長期間降雨が続く場合や台風などの風が強い場合、また降雨の大小により付着塩分量の差異が認められるのかどうかについて年間を通して付着塩分量の変動を明らかにする予定である。本調査地は低木が多いため、部位別に調査するのではなく、海面からの高さによる塩分が多く付着するのかについて検討を行う予定である。

謝辞：本研究にあたりご指導いただいた琉球大学名誉教授幸

喜善福先生には、ここに記して謝意を表す。

#### 引用文献

- [1] 幸喜善福, 松比良薫, 江崎次夫(2001): 樹木の飛来塩分濾過機能—樹葉の付着塩分量について—, 海岸林学会誌, 1(1), pp.11-16.
- [2] 幸喜善福(1978): 海岸保全の見地からの沖縄の飛塩に関する研究, 琉球大学農学部学術報告25, pp.429-554.
- [3] 牧野富太郎(1983): 原色牧野植物図鑑, 北隆館, 450pp.

- [4] 邑田仁(2003): 原色樹木図鑑, 北隆館, 894pp.
- [5] 村井宏, 石川政幸, 遠藤治郎他(1992): 日本の海岸林—多面的な環境機能とその活用—, ソフトサイエンス社, pp.247-325.
- [6] 日本緑化工学会編集 (2005): 環境緑化の事典, 朝倉書店, pp76-77.

[受付 2005年12月28日, 受理 2006年6月20日]