

マサキ (*Euonymus Japonicus* Thunb.) の防潮林としての適応性垣原登志子¹・金子桃子¹・小林範之¹・中島勇喜²・江崎次夫¹Adaptability of *Euonymus Japonicus* Thunb. as Seabreeze Protection ForestToshiko Kakihara¹・Momoko Kaneko¹・Noriyuki Kobayashi¹
Yuhki Nakajima² and Tsugio Ezaki¹

Abstract: Considering the features of areas, Broad-leaved tree can carry out the function of coastal disaster prevention forest against sea breeze damage. *Euonymus japonicus* Thunb. were identified along the shoreline on the outskirts of Matsuyama City. Therefore, the purpose of this study was to examine the adaptability of *Euonymus japonicus* Thunb. as a protection forest against sea breeze damage. The study was carried out by doing comparative study of salinity density of watering and part of watering in tree. The results showed that when the watering was done on above-ground part, salinity density of leaf section was high. The salinity density of the trunk and the root was 1/2 or less of the leaf section. When the watering was done in the root part, salinity density of trunk and root parts was higher. In addition, salinity density of the soil was proportionate to the salinity density of the watering. Coastal soil salinity was 0.2% and the concentration of salt spray was 0.01% in the coastal area. Hence it is considered that *Euonymus japonicus* Thunb. could grow in the coastal areas.

1 はじめに

日本は島国で周囲を海に囲まれているため、海岸線の総延長は約34,000kmにもおよんでおり、各地で海岸林が発達していた。しかし、国土の70%を山地が占め平地が少ない我が国では、海岸地帯を大規模に開発し、港湾・工場地域や住宅、レジャー施設として利用してきた。加えて、海岸砂丘地の開発利用が進展し多くの海岸林が伐採されるようになった¹⁾。さらに、昭和50年代に発生したマツのザイセンチュウによりマツ林が激減した。これらの要因により愛媛県では昭和35年に約70,000ha存在したマツ林は、平成16年には約30,000ha²⁾まで減少した。

海岸林は従来飛砂や潮風、高潮等による被害を防除、軽減することを目的に造成されたものである。海岸地帯の森林は一般的な森林と比べ、土壤環境をはじめ気候、塩害、防風など生育環境が厳しい条件下にある。そのため海岸地帯の森林の多くは自然林であり、特有の環境に適応した樹種より構成されている。海岸林の中で、防潮林の代表的な樹種としては、針葉樹のクロマツが上げられる³⁾。しかし、各々の地域特性を考慮すれば、広葉樹でも海岸防潮林としての機能が果たせるのではないかと考えられる。愛媛県は瀬戸内海式気候のため、温暖であり積雪や防風などの心配が少ないため低木でも防潮林としての効果が果たせるのではないかとと思われる。また、高木であるクロマツと、低木である広葉樹を用いた構造にすれば、より強固な海岸林の造成が可能であると考えられる。垣原らが愛媛県松山市周辺の海岸線で樹木調査を行った結果⁴⁾、41種の広葉樹の分布が認められ、調査区域の全域でマサキの自生が確認された。マサキは一般的に耐塩性が強い⁵⁾といわれているが、これに関する研究報告は少ない。本研究ではマサキの防潮林としての適応性を確認することを目的とし、灌水部位による比較検討を行った。

2 実験概要

実験にはマサキを、供試土壌にはマサ土を用いた。塩分

濃度は7.0%、3.5% (海水と同濃度) および1.75%の3種類とし、灌水溶液は市販の塩を用いて調整した。灌水量は200ml/日とした。調査開始日は平成18年10月24日で、調査期間は樹木の葉色に変色あるいは全て落葉した日までとした。本報では枯死の確認を、葉色の目視観察と顕微鏡による葉の表皮による確認で行った。

調査項目は、樹木および葉色の変化は目視観察で、葉部は目視観察と走査型顕微鏡(S-2250N日立)による気孔観察で確認した。また各部位と土壌は、pHと塩分濃度の指標である電気伝導度(電極法, ES-51 HORIBA)で計測した。



写真1: 各試験区の設定当初の状況

3 実験結果

写真1に各試験区の設定当初の状況を示す。平均苗長は35.2cmであった。

3.1 灌水濃度による比較試験

表1に葉色の目視観察結果を、写真2には各試験区の経時変化の状況を示す。コントロール区と灌水濃度1.75%区は試験期間中を通して、葉色の変色および落葉等の変化が認められなかった。3.5%区は試験開始後14日目から葉部の変色が確認できた。当初は下部の葉が変色した程度であったが、42日後には上部の葉まで黄緑色～黄橙色に変色し、56日後には葉が落葉した。灌水濃度7.0%区は

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

²山形大学農学部, Faculty of Agriculture, Yamagata University, 1-23 Wakabamaci, Tsuruoka-shi, Yamagata, 997-8555 Japan

試験開始後7日目から被害が確認できた。被害出現箇所は3.5%区と同様に下部の葉からであり、中部から上部へと移行し、28日目には上方の新芽を残し、苗全体が黄褐色を呈した。

写真3に、変色時の表皮およびコントロール区の表皮状況を示す。コントロール区の場合は気孔の輪郭が明確であるが、変色した表皮には気孔の周辺および表皮に塩分の付着が認められた。7%区の電顕写真より、葉面には気孔および塩分の結晶が確認されたことから、塩分が付着し、気孔が閉鎖され葉面からの呼吸ができなくなり、変色あるいは落葉したものと考えられる。



7.0%区 実験 7 日目 7.0%区 実験 42 日目

写真 2：各試験区の経時変化

表1:葉色の目視観察結果

	7日	14日	28日	42日	56日
cont.区	○	○	○	○	○
1.75%区	○	○	○	○	○
3.5%区	○	△	△	△	×
7.0%区	△	△	△	×	×

○:変化なし △:変色 ×:落葉

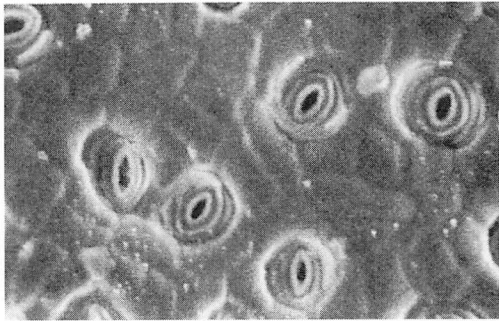


写真 3-1：cont.区 実験終了時の葉面表皮



写真 3-2：7%区 実験終了時の葉面表皮

図1に部位別の付着含塩率を、図2に土壌中の塩分濃度を示す。部位別の付着含塩率を高い順に並べると、葉部＞幹部＞根部の順であった。灌水濃度1.75%区と灌水濃度3.5%区、7.0%区とは異なる傾向が認められた。灌水濃度3.5%区と7.0%区は、葉部と幹部がほぼ同じ値あり、根部は他の部位に比べ約1/2の値であった。灌水濃度1.75%区と他の区の含塩率を比べると幹部は葉部の約2/3の値であり、根部は幹部の約1/2の値であった。葉色に変色あるいは落葉した3.5%区と7.0%区の試験区は、葉部、幹部の含塩率が0.1%以上の高い値であることが判明した。葉部の変色と、葉部の含塩率との間には何らかの関係があるのではないかと推察される。

土壌中のpH値は灌水濃度に関係なくpH6.5～6.7の範囲内であり、各試験区とも5%水準で有意差は認められなかった。土壌の塩分濃度は各試験において5%水準で有意差が認められた。灌水濃度と塩分濃度との間には正の相関関係が認められた。部位により塩分被害の度合いは異なると考えられるが、被害出現の開始時期を早い順に並べると、葉部>幹部>根部であった。また、各部位の塩分濃度は灌水濃度に準じて高くなる傾向が認められた。

土壌中の塩分は灌水濃度が高くなるのに伴い増加する傾向が認められた。浸透圧が増加すると根の水分吸収力は減少するが、根は植物内の浸透圧を増加させ、従来の浸透力を保持しようとする働きが生まれてくる。しかし本実験では灌水濃度（3.5%区と7%区）が高濃度であったため、浸透圧の調整が出来ず吸水障害がおき、葉面の変色あるいは落葉が出現したものと思われる。下部から葉色に変化した要因の1つとして吸水障害があるのではないかと考える。

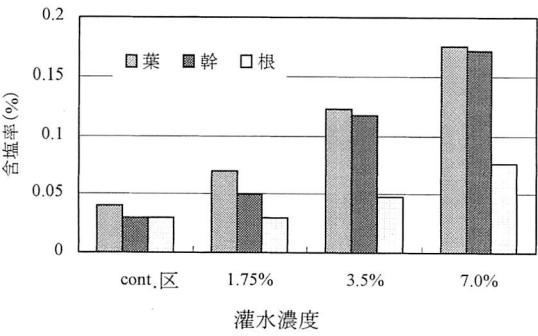


図1：部位別の付着塩分率

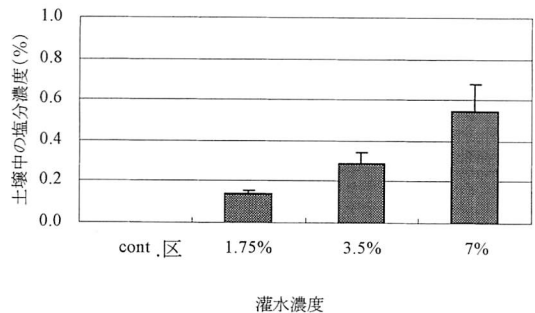


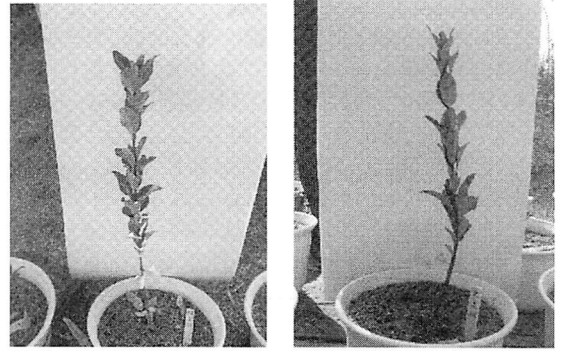
図2：土壌中の塩分濃度

3.2 灌水部位による比較試験

マサキを植栽することを想定した場合、飛塩や波による影響（地上部灌水）と、汀線近くで常時海水が浸漬している状況を比べた場合（地下部灌水）、どちらが樹木の成長に影響を与えるのか検討を行った。なお地上部に灌水する場合、幹から地下部に流れないようにビニールシートでポットを覆い噴霧器で灌水を行った。根部の乾燥を防ぐために、水道水を地下部に補給した。

1) 地上部灌水

表2と写真4-1には葉色の目視観察結果を、写真4-2には葉面の付着塩分の状況を示す。葉面への塩分付着は、灌水濃度により発生時期は異なっていたが、1.75%区は実験開始後14日目に、3.5%区は11日目に、7%区は3日目に塩分の結晶が肉眼で確認できた。



1.75%区 実験 42 日目 3.5%区 実験 14 日目



3.5%区 実験 42 日目 7.0%区 実験 11 日目



7.0%区 実験 14 日目 7.0%区 実験 42 日目

写真 4-1: 実験終了時の各試験区（地上部灌水時）の状況



写真 4-2: 葉面への塩分付着

灌水濃度1.75%区では、塩分の付着は認められたものの、その他には肉眼で確認できる変化はなかった。3.5%区では試験開始後14日目に下部から変色し、28日目から落葉が始まった。落葉部位の特徴としては、中央部から下部へ移動し、上部のみ葉が残存していた。7%区では試験開始後11日目に下部に変色が認められ、下部から中央部へと変色していった。21日目から落葉が目立ち始め、42日目には葉は皆無であった。落葉時の特徴としては、落葉する前には葉が振れ、黄橙色に変化すると落葉した。

図3に部位別の付着含塩率(地上部灌水)を示す。部位別の付着含塩率を高い順に並べると、葉部>幹部>根部の順で、全体灌水と同様の傾向が認められた。全体灌水の場合は葉部と幹部の付着含塩率は同程度の値であったが、地上部灌水の場合は灌水濃度に関係なく全ての部位において、葉部が幹部・根部に比べ2倍以上の高い値を示した。また、根部は灌水濃度に関係なく同じ値であった。

地上部灌水では葉部に負荷に係るが他の部位ではあまり影響がないことが明らかになった。松山市周辺の海岸で飛塩濃度を測定した結果、汀線より10mの地点での塩分濃度は0.01%であった。風向や風速により飛塩濃度は異なると思われるが、本研究での葉部、幹部などの塩分濃度から考えると、灌水濃度1.75%区の値より低い値であるため、マサキの生育は十分可能であると判断される。

表 2：葉色の目視観察結果（地上部灌水）

	3日	11日	14日	21日	28日
1.75%区	○	○	▼	○	○
3.5%区	○	▼	△	△	×
7.0%区	▼	△	△	×	×

○:変化なし ▼:塩分付着 △:葉が変色 ×:落葉

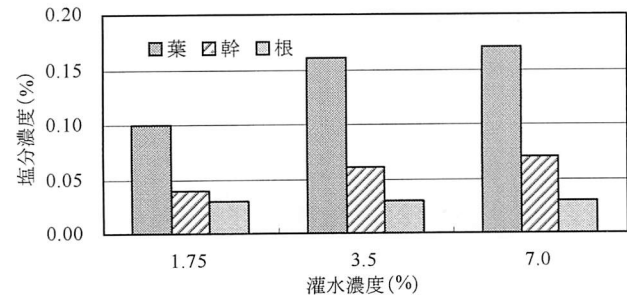
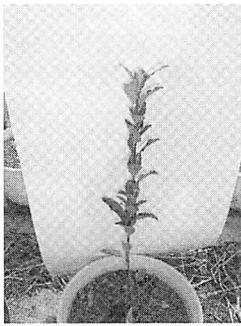


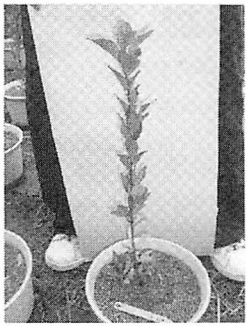
図 3：部位別の付着含塩率（地上部灌水）

2) 地下部灌水

表3と写真5には葉色の目視観察結果の状況を示す。灌水濃度1.75%区は、地上部灌水と同様に葉色の変色は認められなかった。3.5%区は試験開始日より14日目は下部から変色した。28日目では変色に加え下部から落葉が始まった。42日目には中央部から下部の間は全て落葉した。7%区は試験開始後11日目に下部で変色が認められた。35日目では苗の2/3が変色し、42日目には苗全体が黄緑



1.75%区 実験 42 日目



3.5%区 実験 14 日目



3.5%区 実験 21 日目



3.5%区 実験 42 日目



7%区 実験 11 日目



7%区 実験 35 日目



7%区 実験 42 日目

写真 5:実験終了時の各試験区
(地下部灌水時)の状況

色から黄橙色へと変色した. 3つの試験を比較すると, 葉色の変化および落葉度合いから, 地下部灌水は地上部灌水に比べ, 被害が大きいことが明らかになった. 変色は地上部灌水と同様に, 下部～中部～上部へ変化した. 変色の始まった時期は地上部灌水, 地下部灌水とも同時期であった.

図4に部位別の付着含塩率(地下部灌水)を示す. 灌水濃度3.5%区と7%区の部位別での付着含塩率を高い順に並べると, 葉部>幹部>根部の順であり, 全体灌水と地上部灌水と同様の傾向が認められた. しかし, 1.75%区では葉部と幹部が同濃度であり, 他の現象とは異なる傾向を示した. 地上部灌水に比べ幹部・根部の塩分濃度は高く, 特に根部の塩分濃度は灌水濃度の割合に比例していた. 地下部灌水の場合は, 幹部・根部に被害が大きいことが判明した.

表3：葉色の目視観察結果（地下部灌水）

	11日	14日	21日	42日
1.75%区	○	○	○	○
3.5%区	○	△	×	×
7.0%区	△	△	△	△

○:変化なし △:葉が変色 ×:落葉

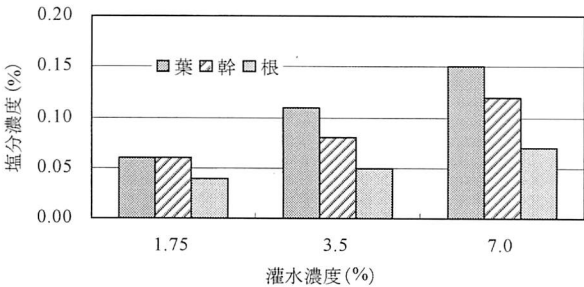


図4：部位別の付着含塩率（地下部灌水）

写真6-1に灌水濃度7.0%の地上部灌水(42日目), 写真6-2に7.0%の地下部灌水(21日目), 写真6-3に7.0%の地下部灌水(42日目)の状況を示す. 地上部灌水の場合は噴霧により外側から気孔が破壊されていた. 地下部灌水の場合は, 21日目では気孔の形が形成されていたが, 42日目では気孔の内側から塩分が排出されており, それにより気孔が破壊されていた.

図5に灌水濃度1.75%の場合の葉の減少率を示す. 地上部灌水の場合, 全ての灌水濃度において他の灌水方法に比べ落葉が多くみられた. 地上部での葉の減少率は, 灌水濃度1.75%では40%, 3.5%では66%, 7.0%では77%であった. 地下部灌水は, 全体灌水は, 灌水濃度に関係なく同じ減少率であった. 落葉の原因の1つとして, 地上部灌水の際に噴霧器を利用したため, 灌水濃度の条件に風の条件が加わり, 他の灌水に比べ葉の減少率が高くなったのではないかとと思われる.

図6に土壌中の塩分濃度を示す. 土壌中のpHは灌水濃

度に関係なく6.5～6.7の範囲内で, 地上部灌水, 地下部灌水とも全て中性の値であった. 地上部灌水の場合の土壌の塩分濃度は, 土壌に海水を灌水していないため土壌塩分濃度は0であった. 地下部灌水の場合の土壌塩分濃度は, 灌水濃度に比例していた.

地上部灌水の場合は根部の値が同濃度(0.2%)であったが, 地下部灌水の場合は灌水濃度により高い値を示した. 地下部灌水の場合は幹部, 根部に負荷がかかることが明らかになった. 松山市周辺の海岸で土壌塩分濃度を測定した結果, 汀線より10mの地点で0.2%であった. 土壌塩分は満潮時の直後や降雨後等測定する条件により濃度は異なると思われる. 本研究の土壌塩分濃度から考えると, 灌水濃度1.75%区と同濃度であるが, 毎日灌水することがなければマサキの生育は可能であると判断される.

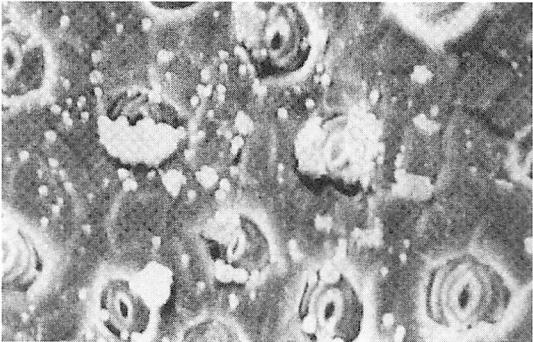


写真 6-1：7.0%地上部灌水（42 日目）の葉面表皮

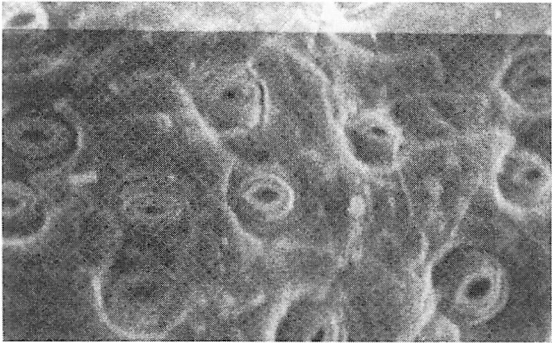


写真 6-2：7.0%地下部灌水（21 日目）の葉面表皮



写真 6-3：7.0%地下部灌水（42 日目）の葉面表皮

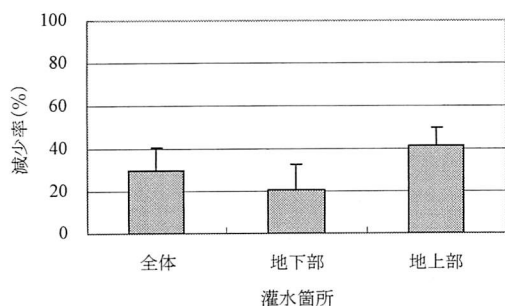


図 5：葉の減少率（灌水濃度 1.75% の場合）

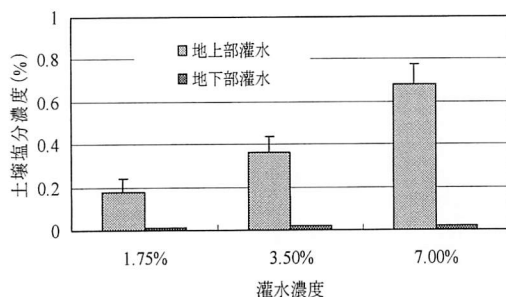


図 6：土壌中の部位別付着含塩率

4 おわりに

地上部灌水の場合は幹部，根部の各部位に塩分が侵入困難であることが判明した。また地下部灌水では毎日高濃度の塩分を灌水したため，土壌塩分濃度が高濃度となった。根部は植物内の浸透圧を上げて吸水を行うため，根部の塩分濃度が高くなったものと思われる。

海岸域に自生しているマサキについての調査結果⁴⁾と，本研究の結果より，マサキは海岸線に防潮林として人工植栽した場合、十分に生育できる可能性を有していると考えられる。

引用文献

- [1] 河合英二(1992):日本の海岸林－多面的な環境機能とその活用－「分布と変化」(ソフトサイエンス社), pp16-31.
- [2] 松本敏 (2006):愛媛県の海岸林の現状と課題, 日本海岸林学会シンポジウム, pp47-56.
- [3] 幸喜善福(1992):日本の海岸林－多面的な環境機能とその活用－「飛塩防止」(ソフトサイエンス社), pp317-325.
- [4] 垣原登志子・小林範之・配川美幸・江崎次夫・河野修一・RazafindrabeBam HajaNirina・中島勇喜(2006):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, 日本海岸林学会誌, 5(2),pp.1-6
- [5] 高橋啓二・堀江保夫(1965):植物の耐塩性(1)-防潮林構成植物選定のための実験一, 林業試験場研究報告, 183,131-151.

[受付 平成19年1月10日, 受理 平成19年6月23日]