

電磁探査による防潮林の地盤環境調査手法

Method for investigation of geotechnical environment of the protection forest damaged from the 2011 Tohoku tsunami using the electromagnetic survey

○衛藤優*, 山本清仁**, 橋本良二**, 武藤由子**, 原科幸爾**, 倉島栄一**, 小林晃***

Yu ETO, Kiyohito YAMAMOTO, Ryoji HASHIMOTO, Yoshiko MUTO, Koji Harashina,

Eiichi KURASHIMA, Akira KOBAYASHI

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震の地震動と津波により、岩手県の沿岸部は多大な被害をこうむった。久慈調査区では防潮林再生のための試験区が設けられ、2012年から植栽が行われているが、苗木の種類や植えられた位置によって成長に大きな違いが発生していた。ここでは、植栽木の枯死と地質状況との関連性を調べるために、電磁探査とイオン測定を行い、その結果を比較検討して土壌に残留するイオン濃度と植栽木の枯死の関係について考察する。

2. 調査地および電磁探査

調査地は、岩手県久慈市夏井町にある植栽木の試験区である。この調査地には10m×10mの試験区が9つあり、それぞれにアカマツやハナマスなど11種類の樹木が試験的に植栽されている。図2に示した斜線部分は無施肥の範囲である。電磁探査は、米国Geophex社のGEM-2を利用して、周波数領域電磁探査法（以下FDEM法）を用いた。9つの試験区の間幅2mの作業道を一定速度で歩きながら測定を行った。電磁探査による測定は、2014年7月22日および10月19日に実施した。

3. 地下水および土壌のイオン濃度測定

地下水および土壌の電気伝導度とイオン濃度を測定するため、W-1～W-6の地点に地下水観測孔を設置し、土壌と地下水を採取した。調査地から採取した土壌試料は、1:5水浸出法を用いて電気伝導度EC1:5を計測し、同時にイオンの測定も行った。測定したイオンは、 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^+ 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- の6種類である。 SO_4^{2-} のイオン測定には株式会社共立理化学研究所の水質分析製品デジタルパックテストを、 Cl^- のイオン測定には光明理化学工業の北川式土壌塩分濃度検知管を使用した。その他のイオンに関して、HORIBA社のLAQUAtwinコンパクトイオンメータを使用した。地下水に関しては、各イオン濃度を2回測定してその平均値を求めた。



図1 調査地周辺航空写真
Fig.1 Aerial photograph of the observation site

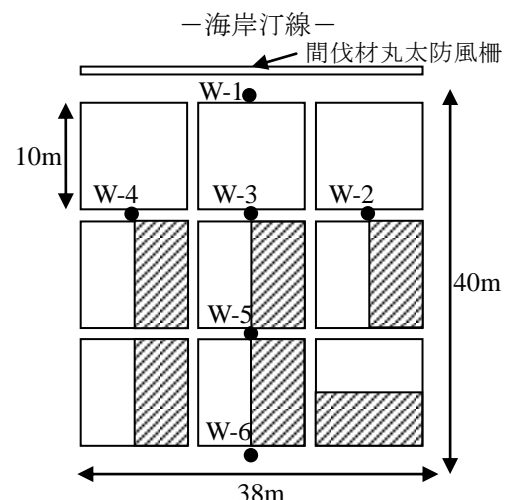


図2 調査箇所概要図
Fig.2 The schematic view of the observation site

*岩手大学大学院農学研究科, Graduate School of Agriculture, Iwate University,

岩手大学農学部, Faculty of Agriculture, Iwate University, *関西大学環境都市工学部, Faculty of Environmental and Urban Engineering, Kansai University

キーワード: 防潮林, 電磁探査, 津波

表1 地下水のイオン濃度 (mg/L)
Table1. Ion concentration of groundwater

| | W-1 | W-2 | W-3 | W-4 | W-5 | W-6 |
|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Na ⁺ | 110 | 120 | 94 | 62.5 | 45 | 42.5 |
| K ⁺ | 17.5 | 20 | 13 | 11 | 3 | 7 |
| Ca ²⁺ | 25 | 47.5 | 73.5 | 30 | 23 | 110 |
| So ₄ ²⁻ | 25 | 80 | 35 | 5 | 27 | 5 |
| No ₃ ⁻ | 150 | 65 | 69.5 | 50 | 35.5 | 17.5 |
| Cl ⁻ | 375 | 50 | 250 | 335 | 165 | 40 |

表2 土壌のイオン濃度 (mg/L)
Table2. Ion concentration of soil

| | W-3(表土) | W-5(表土) | W-5(1m) |
|-------------------------------|---------|---------|---------|
| Na ⁺ | 17 | 13 | 12 |
| K ⁺ | 2 | 1 | 3 |
| Ca ²⁺ | 5 | 11 | 35 |
| So ₄ ²⁻ | 22 | 5 | 10 |
| No ₃ ⁻ | 8 | 42 | 150 |
| Cl ⁻ | 60 | 70 | 60 |

4. 結果及び考察

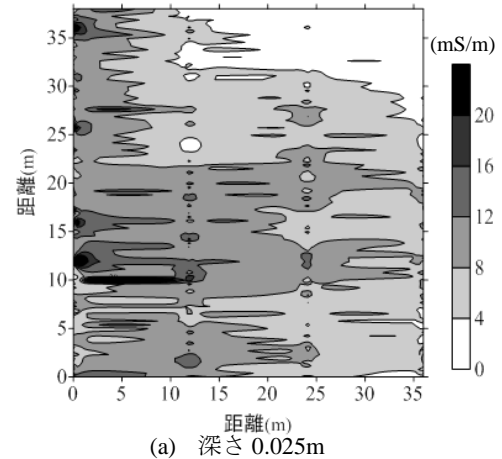
地下水及び土壌のイオン濃度をそれぞれ表1と表2に示す。地下水のCl⁻濃度は、一般的に5~10mg/L¹⁾とされているが、W-1~W-6全てにおいてこれを超えている。また、水道法に基づく水質基準においては200mg/L以下²⁾とされているが、W-1, W-3 および W-4 地点の地下水ではその値を超える結果となった。これは津波による海水の浸漬の影響によるものと考えられる。土壌においては、Na⁺, Cl⁻およびNO₃⁻濃度が高い結果となった。W-5の表土と深さ1m地点を比較すると、どのイオンも深さ1m地点のほうが高い値を示していることがわかる。このことから、植栽の際に試験区内で使用した肥料に含まれる硝酸態窒素等が、浸透して地下水に含まれている可能性が考えられる。

電磁探査で測定した電気伝導度分布を図3に示す。全体的に電気伝導度は低く測定されたが、深くなるほど高い値を示した。これは、地表から浸透してきたNO₃⁻やCl⁻が地下水表面付近に留まっているためと考えられる。目視で判断した植栽木の枯れの分布図と、深さ0.025m地点の電気伝導度分布を比較したところ、完全に一致はしていないが、比較的高い電気伝導度を示した範囲と枯れの範囲に対応が認められた(図4)。NO₃⁻が過剰に含まれる土壌では、植物の生育は旺盛にはなるが軟弱になり、病虫害の被害を受けやすくなる³⁾。これらのことから、植栽木の枯れは、地下水および土壌中のNO₃⁻やCl⁻などのイオン濃度が高いことが影響していると考察される。

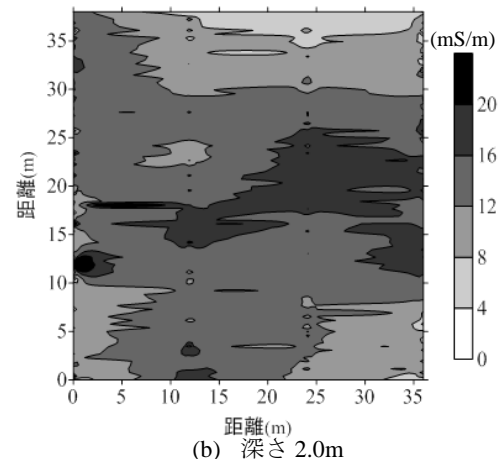
参考文献 1)池田喜代治(1964)「塩素イオンと鉄分からみた工業用地下水の水質」『地質ニュース 1964年1月号』, p.20-23

2)地盤工学会環境地盤工学入門編集委員会(2003)『入門シリーズ 20 環境地盤工学入門』 社団法人地盤工学会, p.260

3) G.H.Bolt, M.G.M, Bruggenwent(1980)『土壌の化学』(岩田進午ほか訳) 学会出版センター, p.220-221



(a) 深さ0.025m



(b) 深さ2.0m

図3 電気伝導度分布
Fig.3 Distribution of electric conductivity

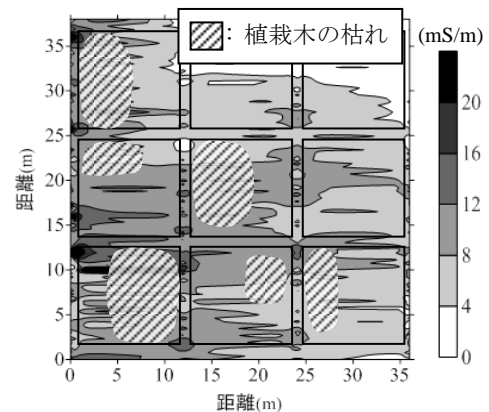


図4 植栽木の生育状況との比較
Fig4. Comparison of the electrical conductivity and the growth situation