

微生物を利用した泥炭の改良における養生時間とウレアーゼ活性

寒地土木研究所 正会員 ○佐藤 厚子 林 憲裕  
 北海道大学 正会員 川崎 了  
 富山県立大学 正会員 畠 俊郎

1. はじめに

北海道に分布する泥炭の改良方法の一つとして、筆者らはこれまで、泥炭中に生息する微生物の代謝活動を利用した固化改良技術に取り組んできた。その成果の一つとして、泥炭中の微生物のウレアーゼ活性を電気伝導度の増加量により推定できることがわかった<sup>2)</sup>。微生物による改良を検討するとき、微生物のウレアーゼ活性の程度や持続性が改良効果に影響を与えると考えられる。そこで、時間によるウレアーゼ活性の変化を電気伝導度により測定した。

2. 調査方法

微生物の代謝活動を利用した泥炭の固化改良として、炭酸カルシウム法を対象とした。炭酸カルシウム法は、微生物の代謝活動や尿素の加水分解により発生する二酸化炭素とカルシウムが反応して炭酸カルシウムを析出させて対象土を固化する方法である<sup>3)</sup>。尿素の加水分解程度が時間の経過によりどのような変化を示すか、電気伝導度により評価する方法<sup>4)</sup>を参考にして計測した。図-1に尿素加水分解速度の測定手順を示す。泥炭試料 10g と尿素溶液 40ml と混合して懸濁状態にした検体の電気伝導度を時間の経過とともに測定し、その変化量から尿素加水分解速度を計算し、ウレアーゼ活性の程度を推定するものである。

用いた泥炭の基本物性値を表-1に示す。一般土砂と比較して、自然含水比が非常に高く土粒子密度が小さい<sup>5)</sup>。各泥炭について、クリステンゼン培地<sup>6)</sup>によりウレアーゼ活性を有する微生物の存在を確認している。

これらの泥炭について、表-2の配合で尿素等を混合した泥炭試料を20℃で所定の期間養生した後の電気伝導度とpHを測定した。養生期間は混合直後、1、3、7、14、21、28日後である。

尿素はこれまでの泥炭の改良実験と同様に泥炭中に含まれる水分量の10%を混合した。なお、微生物の生育環境はpHが6~7の中性域であるが、泥炭はpHが低い特性があることから、pHの調整として重曹（炭酸水素ナトリウム）を混合した場合でも測定した。

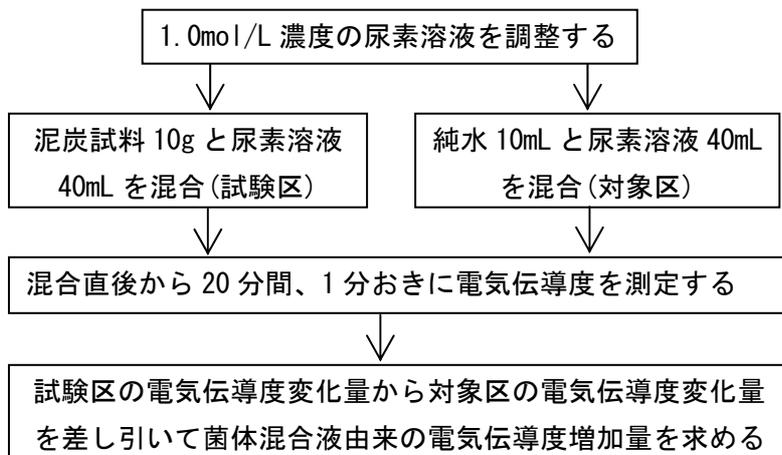


図-1 尿素加水分解速度の測定手順  
 文献 4) の一部を修正簡略化

表-1 泥炭の基本物性値

試料名 (採取地)	江別太	富川
採取地域	石狩	日高
含水比 (%)	442.3	139.7
土粒子密度 $\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.895	2.206
強熱減量 $L_i$ (%)	56.7	39.0
pH	4.1	2.5

表-2 泥炭試料の配合 (1kg あたり)

試料名 (採取地)	江別太		富川	
水分量(g)	815.6		582.8	
尿素量(g)	81.6		58.3	
重曹量(g)	13.3	0	13.3	0

キーワード 泥炭、ウレアーゼ活性、電気伝導度

連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目 土木研究所 寒地土木研究所 寒地地盤チーム TEL 011-841-1709

3. 試験結果

尿素溶液混合後の経過時間と電気伝導度の増加量および pH の変化の関係として江別太試料の混合直後の例を図-2 に示す。電気伝導度は3回測定し平均した。時間の経過とともに pH は小さくなり、この試料では、試験開始から5分程度で6.5程度となりその後一定値となった。また、電気伝導度の増加量は時間の経過にもなって大きくなっており、5分程度以降ははじめよりも増加割合が小さくなった。pH が一定値となる時間と電気伝導度の増加量がほぼ一定となる時間はほぼ同じであった。尿素混合後の養生時間が異なっている場合および富川試料でも同じような傾向であった。以上のことから、尿素溶液混合から5分間の尿素加水分解速度を求めることとした。

次に、尿素混合後の養生時間と電気伝導度の増加量から計算した尿素加水分解速度との関係を図-3 に示す。電気伝導度の計測機の能力が10000 $\mu\text{s}/\text{cm}$ であるため、これを超えた試料については尿素加水分解速度を求めることができなかつた。養生時間21日以降で計測できない場合が生じた。図より、養生時間が長くなると尿素加水分解速度は大きくなる傾向にある。江別太、富川いずれの場合も養生時間が14日を過ぎる頃から急に尿素加水分解速度は大きくなっている。尿素を混合しない泥炭は時間が経過しても電気伝導度は変化しないことを確認しているので、泥炭中のウレアーゼ活性を有する微生物は、尿素または尿素と重曹を混合することによりウレアーゼ活性が高まり、14日以降で活性がより高まるといえる。

また、尿素混合後の養生時間と pH の関係を図-4 に示す。尿素のみを混合した試料では、養生日数が7日程度までは pH は5から7程度である。これ以上養生した試料および重曹を混合した試料の pH は8~11である。

4. まとめ

今回のウレアーゼ活性の変化を測定する試験において、泥炭の場合、尿素を混合してから14日以降でウレアーゼ活性が高まることがわかつた。今後はこの活性の程度と強度との関係、および活性の持続効果を求めるとともに、他の泥炭においてもこれらの傾向の有無を確認する予定である。

参考文献

1) 佐藤厚子、川崎 了、畠 俊郎、山梨高裕、西本 聡：現場の微生物活用による泥炭の固化技術に関する基礎的研究、土木学会論文集 C (地圏工学) Vol.71、No.4、pp.427-439、2015。 2) 佐藤厚子、川崎 了、畠 俊郎、山梨高裕：泥炭を対象とした電気伝導度によるウレアーゼ活性の推定について、土木学会第70回年次学術講演会、2015。 3) 川崎了、村尾彰了、広吉直樹、恒川昌美、金子勝比古：微生物の代謝活動により固化する新しいグラウトに関する基礎的研究、応用地質、第47巻、第1号、pp.2-12、2006。 4) 畠 俊郎、横山珠美、阿部廣史：尿素加水分解速度に基づく微生物固化技術の沿岸域への適用性評価、地盤工学ジャーナル Vol.8、No.4、pp.505-515、2013。 5) 地盤工学会：地盤材料試験の方法と解説、2009。 6) 坂崎利一、吉崎悦郎、三木寛二：新 細菌培地学講座・下I、近代出版、1978。

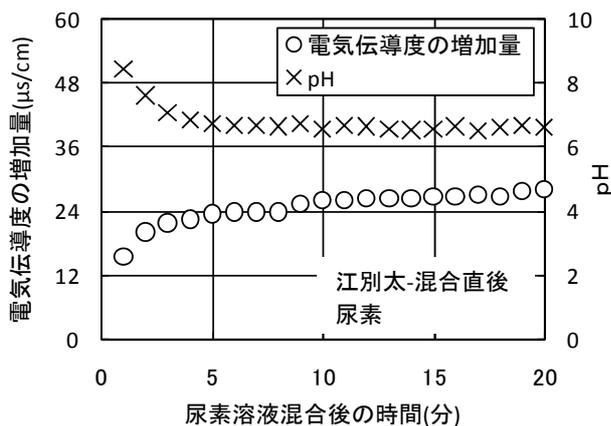


図-2 尿素溶液混合後の経過時間と電気伝導度の増加量

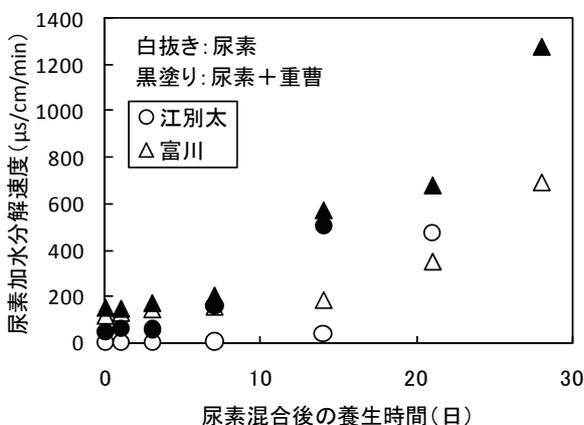


図-3 尿素混合後の養生時間と尿素加水分解速度

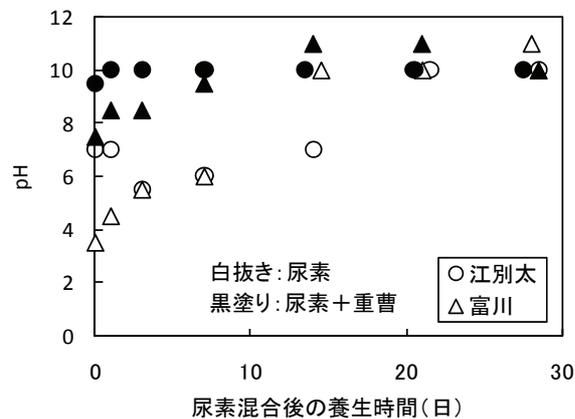


図-4 尿素混合後の養生時間と pH