

酸性硫酸塩土壌の簡易判定法の 確立に関する研究

—簡易な判定手法を目指して—

国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所資源保全チーム ○山本 弘樹
寒地農業基盤研究グループ 横濱 充宏
道北支所 山田 章

酸性硫酸塩土壌は硫黄を大量に含み、酸化すると硫酸を生成し極強酸性となる特殊土壌である。極強酸性により、植生緑化の不全、コンクリートや金属の腐食を発生させ、工事の遅延や建造物の劣化進行の原因となる。農業事業の大区画圃場整備等で客土用土に誤使用した場合は整備後の営農作業に重大な悪影響を与えるため絶対に回避しなければならない。現在の酸性硫酸塩土壌の判定には、劇薬や高度な分析装置を使用し、判定確定までに時間を要するため、工事現場で疑いのある土壌が出現しても速やかに判断できず、工事遅延が生じる要因となっている。そのため、工事現場で迅速かつ簡便に実施できる判定法が求められている。

キーワード：酸性硫酸塩土壌、極強酸性

1. はじめに

酸性硫酸塩土壌とは硫黄を多量に含む土壌で、酸化に伴い硫酸を生成し、極強酸性を示す特殊土壌である。

極めて強い酸性により、接触する鉄製品やコンクリートを腐食劣化させたり、法面植生や圃場においては農作物の生育障害を発生させたりする。

酸性硫酸塩土壌は、海成層に堆積した硫黄が堆積土壌や堆積岩として現れたもの、硫黄を含む火山砕屑物を母材としたものや火山性熱水により変質したものなどが知られている。

道内においても、各地で土工工事などによる大規模切土や掘削により酸性硫酸塩土壌が出現している。

酸性硫酸塩土壌に含まれる硫黄はパイライト（黄鉄鉱： FeS_2 ）の形で存在し、そのままでは中性である。

酸性土壌が地表に現れ、酸素と水に触れ、微生物が関与することで、自然状態の中でゆっくりと酸化が進行して硫酸を生成し、極強酸性を示す。

しかし、酸化がまったく進行していない状態では、硫黄がパイライト（ FeS_2 ）のままで存在し、硫化水素臭のような明確な臭気を発せず、強酸性を示さない。

また、土壌の色も還元状態の土壌と同じ黄土色から灰白色、青灰色を示し、見た目だけでは酸性硫酸塩土壌としての判断は困難である。

現在の酸性硫酸塩土壌の判定法は、劇物や高度な機器を利用しなければならず、工事現場において信頼できる



図-1 酸性硫酸塩土壌開削面（留萌管内新第三紀勇知層）



図-2 酸性硫酸塩土壌の付帯明渠掘削残土を撒き出した圃場（極強酸性による生育被害）

簡易な酸性硫酸塩土壌の判定法は存在していない。

2. 現行の酸性硫酸塩土壌判定法

酸性硫酸塩土壌の判定基準は、過酸化水素水(H₂O₂ 30%)による強制酸化後のpHが3.5以下を示し、乾土当たり0.1%以上の硫黄(SO₄として0.3%以上)を含むものを酸性硫酸塩土壌としている。^{1) 2)}

分析には過酸化水素水や逆王水などの危険な劇薬の取り扱いや高度な分析装置が必要となるため、工事現場での分析は困難である。研究機関等への判定依頼となり、判定結果が確定するまでに日数を有している。

判定を依頼できる研究機関所在地から遠い工事現場においては、酸性硫酸塩土壌の疑いのある土壌が出現した場合に試料を採取して研究機関等へ送付し、判定が確定するまで1週間以上掛かる場合もあり、その間、関係する工事作業がストップし、工期が大きく遅延してしまう恐れがある。

そのため、安易に安全と判断し工事を継続することにより被害が発生するのを防止するため、工事現場における簡易な判定法が求められている。



図-3 過酸化水素水 (H₂O₂ 30%) による強制酸化



図-4 硫黄分析装置による硫黄含有量の分析

3. 求める簡易判定法

1) 求める簡易判定法の条件

簡易判定法は、工事現場において誰でもが、簡単に、速やかに判定できることが求められる。また、酸性硫酸塩土壌を安全と判断し誤使用してしまうことは絶対避けなければならないことから、下記4項目が求められる。

- ①安価で容易に入手できる資材でできること。
- ②現地にて誰でもが簡単にできる試験方法であること。
- ③速やかに判定結果が判明すること。
- ④酸性硫酸塩土壌を非酸性硫酸塩土壌と誤判定することは絶対ないこと。

工事現場において酸性硫酸塩土壌の可能性が疑われる土壌が出現した場合には、上記項目を踏まえた簡易判定法により速やかに確認する。安全な土壌であれば安心して速やかに工事を再開し、酸性硫酸塩土壌の可能性が高い土壌であれば現行法により再確認を行う。

誤判定により酸性硫酸塩土壌を見逃すことは絶対に避けなければならないが、安全な土壌は速やかに判定できるような簡易判定基準を設定する必要がある。



図-5 簡易判定法に使用する携帯式pH計とポリ瓶



図-6 簡易判定法に使用するオキシドール

2) 研究している簡易判定法

簡易判定法に使用する薬品は一般的に購入可能なもので、酸性硫酸塩土壌に対する酸化能力を有するものとし、現行の判定法で使用する過酸化水素水 (H_2O_2 30%) に対して過酸化水素含有率が10分の1程度と低いオキシドール (H_2O_2 3%程度) を使用することとした。

判定試験方法はどこでも実施可能な簡易な方法とすることから、100mlプラボトルに試験試料 5gとオキシドール 50mlを入れ、5秒間縦横に振り攪拌、攪拌後時間経過によるpHと温度の変化を確認することとした。

速やかに判定できることを目標とするため、測定時間は攪拌後、10、30、60、120分後とし、酸化反応進捗状況確認のため24時間後も測定した

平成29年に採取した今金町中里と伊達市大滝の酸性硫酸塩土壌の簡易判定法(オキシドール)と比較(蒸留水)試験の攪拌後の時間経過に伴う温度変化とpHの変化を図-7, 8, 9, 10に示す。

試料採取は、各出現切土法面位置のほぼ同じ高さで、10m程度間隔に採取した。今金町中里は3点、伊達市大滝は4点の試料を採取し、各試料から3検体を測定し平均値を示している。

攪拌後の温度変化は、両試料とも簡易判定法では30分後には温度が上昇し、今金町中里では60分から120分以降に、伊達市大滝では60分後にピークを迎え、24時間後には室温に低下していた。

蒸留水では攪拌後から翌日まで温度変化がほとんどなかった。このことから、オキシドールと試料との間で酸化反応による熱が発生したことが示唆される。

攪拌後のpH変化は、両試料とも簡易判定法では純水と比較して最初からpHが低く、時間の経過と共にさらにpHが低下していくが、120分後と24時間後ではほぼ同じ値であった。

蒸留水では、攪拌後から翌日までほとんどpHの値に変化は認められなかったが、伊達市大滝の試料では試料によりpHが4.5のものと3.5のものに分かれていた。

蒸留水ではpHの変化がなく、簡易判定法では変化があったことから、温度変化と同様にオキシドールにより試料に酸化反応があったことが伺える。

採取試料の硫黄含有量と、簡易判定法、蒸留水による比較試験後の各試料毎の溶解液の硫黄含有率より、試料質量相当の硫黄含有量を算定し、表-1に整理した。

全硫黄と比較し、簡易判定法により溶け出した硫黄量の平均が今金町中里で80%程度、伊達市大滝では45%程度であったのに対し、蒸留水では今金町中里が12%程度、伊達市大滝が11%程度であった。

酸性硫酸塩土壌は、地山から採取する時点においてすでに酸化が進行しており、酸性硫酸塩土壌に含まれてい

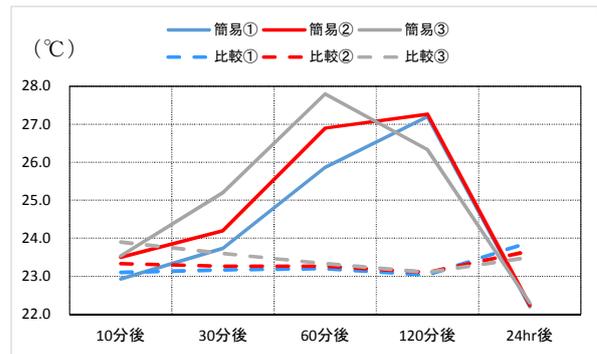


図-7 簡易判定法と比較(蒸留水)による酸性硫酸塩土壌(今金町中里)の温度変化

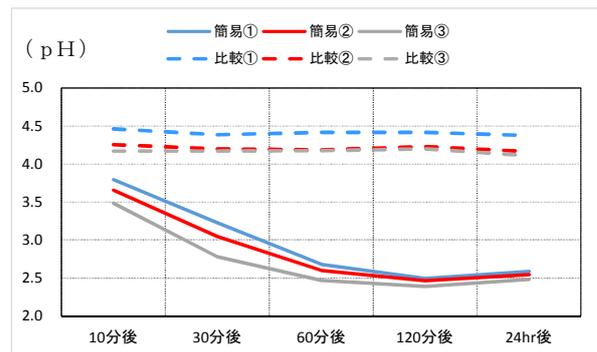


図-8 簡易判定法と比較(蒸留水)による酸性硫酸塩土壌(今金町中里)のpH変化

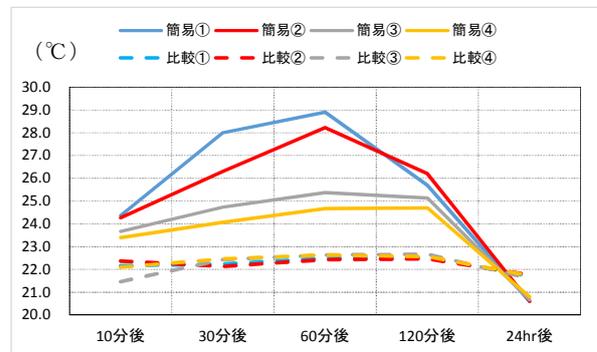


図-9 簡易判定法と比較(蒸留水)による酸性硫酸塩土壌(伊達市大滝)の温度変化

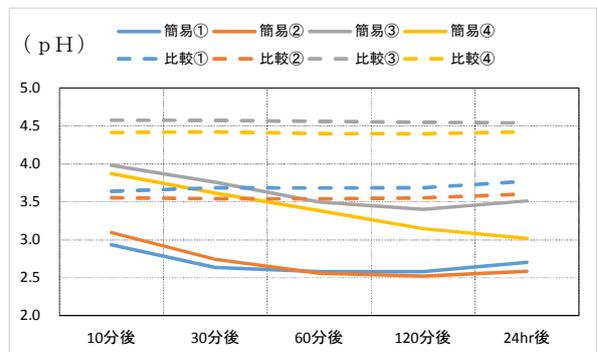


図-10 簡易判定法と比較(蒸留水)による酸性硫酸塩土壌(伊達市大滝)のpH変化

るパイライト (FeS₂) の一部から硫酸 (H₂SO₄) が生成して含まれ、蒸留水に溶解したときに土中に存在する硫酸の量により最初から強酸性を示すが、酸化が進行しないため、攪拌後の時間経過において pH の変化が認められないものと考えられる。

簡易判定法では、オキシドールにより酸性硫酸塩土壌に含まれるパイライト (FeS₂) の酸化が攪拌直後から一定時間進捗するものと考えられる。パイライトの酸化がオキシドールにより進んでいることは溶液中の溶解硫黄量が蒸留水より簡易判定法が明らかに大きいことから確認できる。

表-1 酸性硫酸塩土壌試料の硫黄含有量

	硫黄含有量: (S%dry)'				
	全硫黄 ①	簡易判定法 ②	溶融比率 ③=②/①	比較(蒸留水) ④	溶融比率 ⑤=④/①
今金町中里①	0.49	0.39	80.4%	0.06	12.7%
今金町中里②	0.49	0.38	76.1%	0.06	11.4%
今金町中里③	0.47	0.41	85.9%	0.06	12.8%
平均	0.48	0.39	80.8%	0.06	12.3%
伊達市大滝①	1.05	0.41	39.0%	0.12	11.6%
伊達市大滝②	0.85	0.45	53.3%	0.17	20.5%
伊達市大滝③	0.42	0.15	35.4%	0.03	6.9%
伊達市大滝④	0.50	0.26	52.0%	0.03	6.3%
平均	0.71	0.32	44.9%	0.09	11.3%

3) 簡易判定法確立に向けての課題

簡易判定法は過酸化水素を3%程度含む安全に取り扱えるオキシドールでの酸性硫酸塩土壌の酸化能力による判定法である。自然界に存在する酸性硫酸塩土壌は、土壌成分や酸化度に違いがあることから下記の課題がある。
①採取試料の酸化の進捗による硫酸含有量の違いにより

攪拌直後の pH 値が影響を受ける。

②オキシドールによる攪拌後の酸化の進捗のピーク時間が土壌により違う。

③土壌の全硫黄量に対しオキシドールで酸化し溶解する硫黄量率は一定ではない。

このため、多様多種の酸性硫酸塩土壌により試験を繰り返し、各種土壌の特性を反映して誤判定が生じない判定値を設定する必要がある。

4. まとめ

簡易判定法の判定値を単純な pH 値としては採取試料の酸化度により誤判定する恐れがあるため、攪拌後の測定時間、pH の変化具合などから精度の高い判定値の設定を行う。

そのためには、多様多種の酸性硫酸塩土壌を各地より沢山の試料を収集して試験データを蓄積し、誤判定のない容易で簡単な簡易判定法の判定基準を求める必要がある。

謝辞：本研究を進めるにあたり、地権者、市町村及び北海道開発局、各開発建設部の関係各位に現地調査のご協力を賜った。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 北海道立総合研究機構：土壌・作物栄耀診断のための分析法 p108~112、2012.
- 2) 社団法人地盤工学会：地盤材料試験の方法と解説—二分冊の 1—、改訂第2刷、p.314~315, p.328、2010.