

農地における酸性硫酸塩土壌混入対策の検討 —pHのモニタリング結果—

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 ○國島 隼人
中谷 壮範
横濱 充宏

酸性硫酸塩土壌（以下、ASS）は大気に触れると含有硫黄成分が酸化して硫酸となり強酸性化する土壌である。ASSは局地的に存在する場合が多く存在場所の正確な把握が困難である。このため、農地整備事業での客土や置土によってASSが農地に混入し、農作物に悪影響を及ぼす可能性がある。そこで、ASSが農地に混入した場合の被害解消対策の確立に向けて室内試験を開始した。本報では、その概要と途中経過について報告する。

キーワード：酸性硫酸塩土壌、農地混入被害対策、室内試験、pH

1. はじめに

酸性硫酸塩土壌（以下、ASS）は大気に触れると含有硫黄成分が酸化して硫酸となり、強酸性を示す特殊土壌である¹⁾。道路建設や農地造成などで掘削を行うと、ASSが出現する場合がある²⁾。ASSは高濃度の硫黄成分を含み、火山砕屑物や熱水変質性火山岩に由来する火山性ASSと、海水中に堆積した堆積土壌や堆積岩が地表に現れた海成ASSが知られている。また、これらは局地的に存在している場合が多い³⁾。ASSに含まれる硫黄成分は主にパイライト（黄鉄鉱： FeS_2 ）の形で存在し、酸化が全く進行していない状態では、強酸性を示さない。土壌の色も、還元状態の土壌と同じ黄土色、灰白色あるいは青灰色を示す（写真-1）ため、見た目だけではASSと判断はできず、存在場所の正確な把握が困難である。

農地整備事業で客土や置土などの農地への土砂搬入を行う場合、ASSが農地に混入し、農作物の生育に悪影響を及ぼす可能性がある（写真-2）。これを防止するため、寒地土木研究所では、現場で迅速にASS判定が可能な簡易判定法を開発した⁴⁾。しかし、ASSの分布は局所的なことから、このような対策を講じても農地のごく一部にASSが搬入される可能性がある。農地混入被害対策として、表土の置き換えが考えられるが、大がかりで高コストである。また、コストを抑制するため、石灰資材による中和処理も考えられるが、農地への効果的な石灰資材の利用方法は明らかにされていない。

そこで、本研究では室内試験により、農地への効果的な石灰資材の利用方法を明らかにする。室内試験では、ASSと農地表土の混和試料及びASS試料の自然酸化反応が終了した後、石灰資材を投入し、ASSと農地表土の種類

に対応した石灰資材の粒径、投入方法、投入量について明らかにする。この試験結果を基に、低コスト中和改良技術を確立する。また、土壌試料からの流出水の成分分析も行う。

本報では、室内試験の全体概要を報告する。また、ASSは現在も酸化中であるため、石灰資材投入前における、試験開始から14日後までのASSの酸化状態について、併せて報告する。



写真-1 酸性硫酸塩土壌の例



写真-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
（強酸性による生育被害）

2. 室内試験の全体概要

試験区の設定を表-1に示す。

表-1 試験区の設定

ASS	農地表土	石灰散布方法	石灰の粒径	試料数
火山性	粗粒質	表面散布	粗粒	2
			細粒	2
		土中混和	粗粒	2
			細粒	2
		—	—	2
	中粒質	表面散布	粗粒	2
			細粒	2
		土中混和	粗粒	2
			細粒	2
		—	—	2
	細粒質	表面散布	粗粒	2
			細粒	2
		土中混和	粗粒	2
			細粒	2
		—	—	2
	—	表面散布	粗粒	2
			細粒	2
		土中混和	粗粒	2
			細粒	2
		—	—	2
海成	粗粒質	表面散布	粗粒	2
			細粒	2
		土中混和	粗粒	2
			細粒	2
		—	—	2
	中粒質	表面散布	粗粒	2
			細粒	2
		土中混和	粗粒	2
			細粒	2
		—	—	2
	細粒質	表面散布	粗粒	2
			細粒	2
		土中混和	粗粒	2
			細粒	2
		—	—	2
	—	表面散布	粗粒	2
			細粒	2
		土中混和	粗粒	2
			細粒	2
		—	—	2
—	粗粒質	—	—	2
	中粒質	—	—	2
	細粒質	—	—	2
	合計86			

国営農地再編整備事業で実施される工種として客土がある。客土材としてASSが誤って混入する危険性を想定し、ASSと農地表土の混和試料を作成した。国営農地防災事業で実施される工種として置土がある。置土材としてASSが誤って混入する恐れがあるため、それを想定し、ASS試料を作成した。さらに、農地表土に起因したpH変化の有無を確認するために、農地表土試料を作成した。

使用するASSは、道内で複数確認されている、熱水変質性火山岩由来の火山性ASSと海成堆積岩に由来する海成ASSの2種類とした。

農地表土は、土性別に粗粒質、中粒質および細粒質の3種類とした。これは、土性が異なる土壌では孔隙特性等の物理的性質が異なっており、これが石灰資材による中和効果に影響を及ぼす可能性があるためである。

ASSと農地表土の混和試料及びASS試料の自然酸化反応が終了した後、石灰資材を投入する。なお、酸化反応終了後も、ASSや農地表土に起因したpH変化の有無を確認するために、石灰資材を投入しない試料を作成した。

石灰資材の投入方法は、土壌の表面に散布する方法と、土壌中に混和する方法とした。土壌の表面に散布する方法は、草地更新まで耕起しない牧草地での投入を想定したものである。一方、土壌中に混和する方法は、毎年の耕起作業による混和が可能な畑地での投入を想定したものである。

石灰資材は、アルカリ含有量が等しく粒径が異なる2種類の市販炭酸カルシウム資材を使用し、どの粒径のもので効果が高いか検証する。

表-1に示す通り、試験区は合計43となり、試験区ごとに2セットの試料を作成するため、合計86試料となる。そのうち1セット分の43試料は、石灰資材投入開始から約1年後に土壌中の硫黄やカルシウムなどの各種成分の分析を行い、残りの1セット分については、約2年後に同様の分析を行う。これにより、石灰資材投入後の各種土壌成分の経年変化を解析し、低コスト中和と改良技術の確立に資する。

3. ASSを酸化させるまでの試験方法

本報では、ASSは現在も酸化中のため、ASSを酸化させるまでの試験方法を述べる。

(1) 試験器具

試験に使用した器具を以下に示す。

- ・排水導管付ワグネルポット (1/5000、φ159×190)
- ・穴付きゴム栓 (7号)
- ・シリコンチューブ (φ5×7mm)
- ・ポリビン (500ml)
- ・水
- ・鹿沼土
- ・デジタル土壌酸度計 (測定範囲pH3.5～9.0、pH分解能0.1)

(2) 試験方法

試験方法を以下に、試験イメージを図-1に示す。

- ワグネルポットの底に排水導管を設置し、排水導管の高さ(約3cm)まで底土として鹿沼土を入れる。
- 鹿沼土の上15cmに試料を入れる。また、ASSと農地表土の混和試料は、ASS:農地表土=3:2=9cm:6cmとなる分量を均一に混ぜ合わせて入れる。この比率は、道内の国営農地再編整備事業での客土実態を調査し、最も厳しい条件である最大客土厚から決定した。
- 農地に雨が降った場合を想定し、約1週間に1回、各ワグネルポットに400ml撒水する。この撒水量は、国土交通省気象庁のホームページより札幌市の2018～2022年までの5カ年降水量を調べ、週間平均降水量を算出して求めた。
- 約1週間に1回、デジタル土壤酸度計で供試試料のpHを計測し、試料数に応じた平均値を算出する。なお、試験開始直後の4日間は、継続的に毎日計測した。
- ワグネルポットの排水口に穴付きゴム栓及びシリコンチューブを設置し、流出液をポリビンに集める。この流出液は、今後、土壤試料からの流出水の成分分析に使用する。

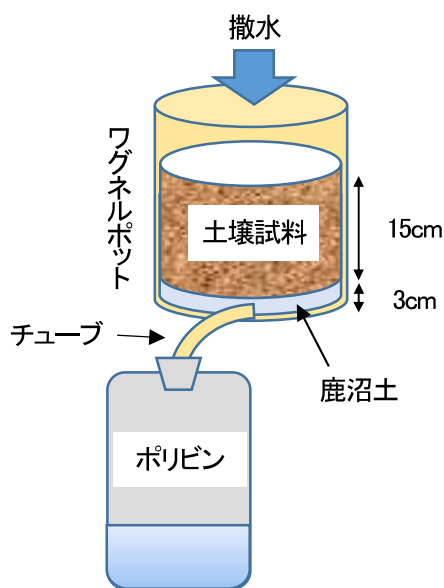


図-1 試験イメージ

(3) 供試試料

供試試料一覧を表-2に示す。以下、試料名は表-2の試料①～⑪で表す。

前述した表-1の通り、1試験区に対して2試料の設定を行っているが、試料①～⑧については、現在まだ石灰資材を投入していないため、それぞれ10試料となる。試料⑨～⑪はそれぞれ2試料となる。

表-2 供試試料一覧

ASS	農地表土	試料名	試料数
火山性	粗粒質	①	10
	中粒質	②	10
	細粒質	③	10
	—	④	10
海成	粗粒質	⑤	10
	中粒質	⑥	10
	細粒質	⑦	10
	—	⑧	10
—	粗粒質	⑨	2
	中粒質	⑩	2
	細粒質	⑪	2

(4) 試験状況

試験状況を写真-3、pH計測状況を写真-4に示す。

試験開始時期は、火山性ASSを含む試料①～④及びASSを含まない試料⑨～⑪は2023年10月16日から、海成ASSを含む試料⑤～⑧は2023年11月14日からとした。



写真-3 試験状況



写真-4 pH計測状況

4. 試験結果

本報では、試験開始から14日後までのASSの酸化状態について結果を述べる。

(1) 計測値について

今回使用したデジタル土壌酸度計の測定値がpH3.5よりも下回ると「Lo」表示となる。そのため、計測した値に「Lo」表示が混在する場合は、平均値が算出できないため測定不能とした。

(2) 火山性ASSを含む供試試料の試験結果

火山性ASSを含む試料①～④の14日間におけるpHの推移を図-2に示す。

試料①の計測初日のpHは5.1であり、14日後には4.7と、pHが0.4下降した。

一方、試料②③については、計測初日のpHはそれぞれ5.4、5.7であったが、14日後には測定下限値であるpH3.5を下回り、pHが約2.0下降するなど、試料①に比べて酸化の反応が早かった。

試料④については、計測初日から測定下限値のpH3.5を下回っていたため、pHの推移を確認することができなかった。

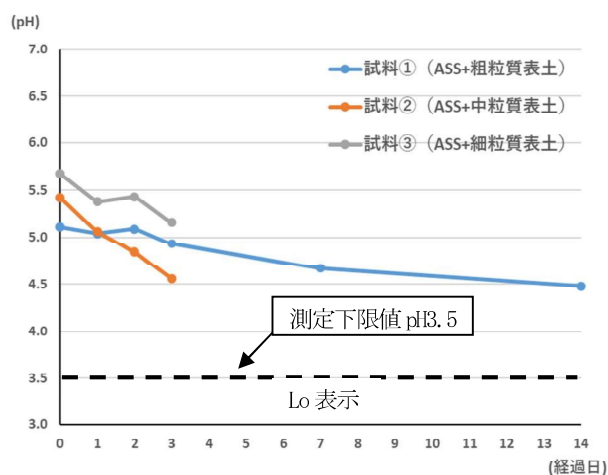


図-2 火山性ASSを含む供試試料のpH推移

(3) 海成ASSを含む供試試料の試験結果

海成ASSを含む試料⑤～⑧の14日間におけるpHの推移を図-3に示す。

試料⑤の計測初日のpHは5.5であり、14日後の値は4.1と、pHが1.4下降した。

また、試料⑥はpH5.7から4.6と、試料⑦はpH5.8から5.0と、pHが約1.0下降したことがわかる。

試料⑧については、計測初日がpH5.7だったのに対し、14日後には測定下限値であるpH3.5を下回り、pHが2.0以上下降した。

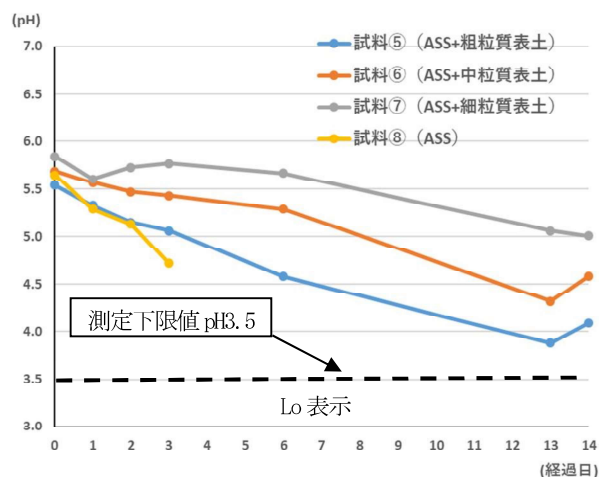


図-3 海成ASSを含む供試試料のpH推移

(4) ASSを含まない供試試料の試験結果

ASSを含まない試料⑨～⑪の14日間におけるpHの推移を図-4に示す。尚、試料⑪の計測初日については、2試料ある内の1試料分しか計測を行っていなかったため、1試料分の計測値とした。

試料⑨～⑪とも、pHの推移に大きな変化はなく、ほぼ横ばいであった。このことから、(2)(3)におけるpHの低下はASSの酸化が原因であることがわかる。

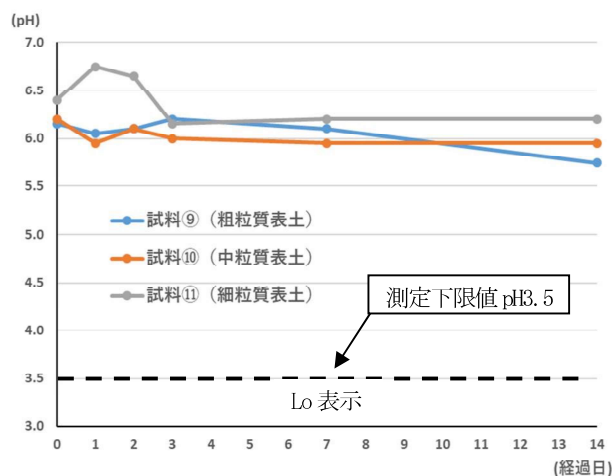


図-4 ASSを含まない供試試料のpH推移

(5) 試験結果のまとめ

ASS試料の方が、ASSと農地表土の混和試料と比べてpHが低いことがわかった。このことから、置土の場合特に留意する必要がある。

また、火山性ASSを含む試料②③は、海成ASSを含む試料⑥⑦と比べ、pHの下がり方は大きかったが、試料①については、試料⑤と比べ、pHの下がり方が小さいなど、ASSと農地表土の組み合わせにより、pHの推移に違いがあることがわかった。

本報では、試験開始から14日後までのpHのモニタリング状況をまとめたが、現在もpHが低下している試料があ

るため、モニタリング継続中である。

5. おわりに

今後、試料の酸性化が止まった段階で石灰資材を投入し、低コスト中和改良技術の開発に向けた石灰資材投入の仕様を開発する。

また、土壌試料からの流出水の成分分析も行う。

謝辞：現地調査を進めるにあたり、土地所有者及び関係機関にご協力を賜った。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 石田哲也：北海道における酸性硫酸塩土壌の追録、第 54 回北海道開発技術研究発表会、環 28、2011.
- 2) 松本聰：酸性硫酸塩土壌、農業土木学会誌、第 56 巻、第 5 号、p. 56、1988.
- 3) 石渡輝夫、沖田良隆、斎藤万之助：北海道における酸性硫酸塩土壌の区分、分布及び性状、日本土壌肥科学雑誌、第 63 巻、第 1 号、pp. 86-90、1992.
- 4) 中谷壮範、横濱充宏、酸性硫酸塩土壌の簡易判定法、第 66 回北海道開発技術研究発表会、環 08、2022.