

鉄鋼スラグ協会技術委員会 肥料ワーキングの活動

私たちは鉄鋼スラグ肥料の可能性、効果を明らかにするとともに、農業関係の方々をはじめ、広く皆様にその有効性を知っていただくよう活動を続けています。

鉄鋼スラグ肥料関連研究論文

●北海道大学大学院農学研究院 当真要教授

水稻栽培への鶏ふん堆肥と製鋼スラグ施用が温室効果ガス発生抑制に与える影響に関する研究

The study of chicken manure and steel slag amelioration to mitigate greenhouse gas emission in rice cultivation

Muhammad Iqbal Fauzan, Syaiful Anwa, Budi Nugroho, Hideto Ueno and Yo Toma
Agriculture 2021, 11 (7), 661

<https://doi.org/10.3390/agriculture11070661>

●東北大学工学研究科多元物質科学研究所 小泉匠平博士 高旭博士 北村信也名誉教授

製鋼スラグ系肥料 - 水田土壌間反応のモデル化とPHREEQCによる土壌改善効果の予測

Modeling the reaction between steelmaking slag fertilizer and paddy soil and predicting the soil improvement effect by PHREEQC

S. Koizumi, X. Gao, S. Ueda, S. Kitamura: CAMP-ISIJ, 33 (2020), 157, CD-ROM

啓蒙・普及活動

●土づくりレベルアップ研修会(青森市)



●エコプロダクツ展(東京ビッグサイト)



鉄鋼スラグ協会

<https://www.slg.jp>

本部事務所

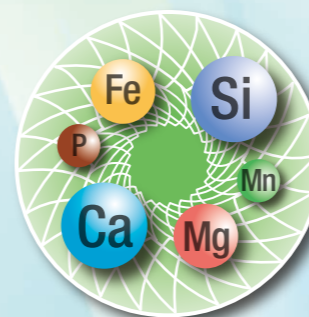
〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町3-2-10 (鉄鋼会館5階)
TEL : 03-5643-6016 FAX : 03-5643-6018

大阪事務所

〒550-0002 大阪市西区江戸堀1-10-27 (肥後橋三宮ビル)
TEL : 06-6448-5817 FAX : 06-6448-5805

鉄鋼スラグ肥料

鉄鋼スラグ協会 技術委員会
肥料ワーキングの活動



鉄鋼スラグ協会

鉄鋼スラグとは？

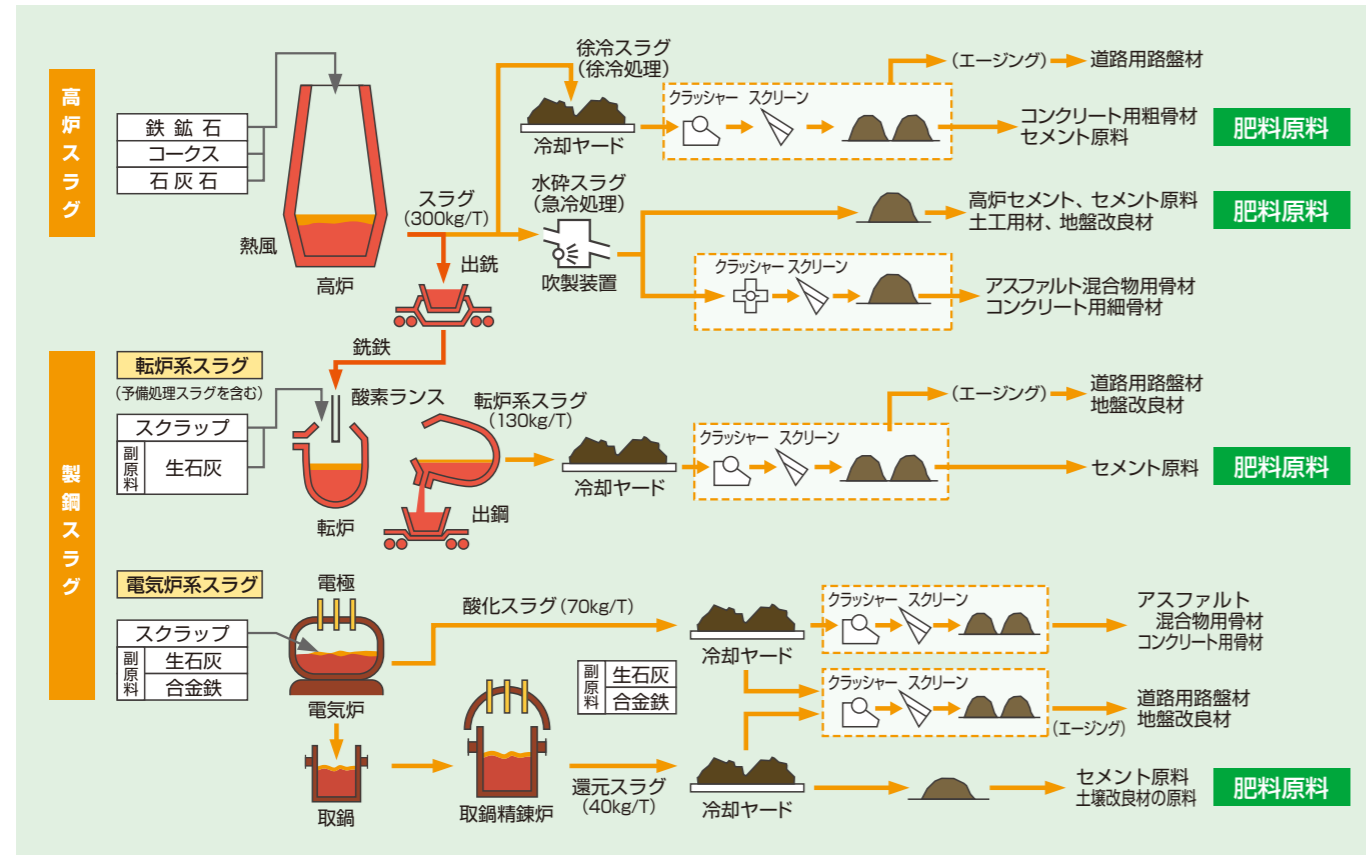
鉄鋼スラグが生まれる過程

鉄鋼スラグは、高炉で鉄鉱石を熔融・還元する際に発生する高炉スラグと、鉄を精錬する製鋼段階で発生する製鋼スラグに大別できます。

高炉スラグは、鉄鉱石に含まれるシリカなどの鉄以外の成分が還元剤として使われるコークスや副原料の石灰石由来の成分と結合したものです。密度が鉄鉄よりも小さく、熔融状態では鉄鉄の上部に浮かび上がってくるため容易に分離・回収できます。この高炉スラグは鉄鉄1tあたり約300kg生成され、冷却方法によって異なる特徴を持ったスラグになります。

製鋼スラグは、高炉で生まれた鉄鉄を、靱性、加工性の高い「鋼」にする製鋼工程で生成されます。石灰などの副原料を加えて酸素を吹き込み、鉄鉄を粘り強い鋼に精錬するとき、鉄鉄に含まれる炭素やりん、マンガンなどの成分を、石灰を加えて分離させ生成した酸化物が製鋼スラグとなります（転炉系）。また鉄スクラップを熔融・精錬した際にも製鋼スラグは生成します（電気炉系）。製鋼スラグは粗鋼1tあたり約120kg生成します。

●鉄鋼スラグ製品の製造フロー



●鉄鋼スラグの組成例

(単位: mass %)

	CaO	SiO ₂	MgO	MnO	T-Fe	P ₂ O ₅	S
高炉スラグ	41.7	33.8	7.4	0.3	0.4	<0.1	0.8
転炉系スラグ	45.8	11.0	6.5	5.3	17.4	1.7	0.06
安山岩	5.8	59.6	2.8	0.2	3.1	—	—

鉄鋼スラグの原料は地球の土を構成するものです。
鉄鋼スラグ肥料は、地球の養分を多く含んでいます。

鉄鋼スラグ肥料とは？

鉄鋼スラグ肥料とは

鉄鋼スラグを原料とする肥料は農林水産省が定める「肥料の品質の確保等に関する法律」に規格が定められています。主な規格は「鉄さいけい酸質肥料」「副産石灰肥料」「鉄さいりん酸肥料」「副産肥料」「含鉄物」などです。

鉄鋼スラグの内、高炉スラグは肥料成分である酸化カルシウム (CaO)、ケイ酸 (SiO₂)、苦土 (MgO) を含有、製鋼

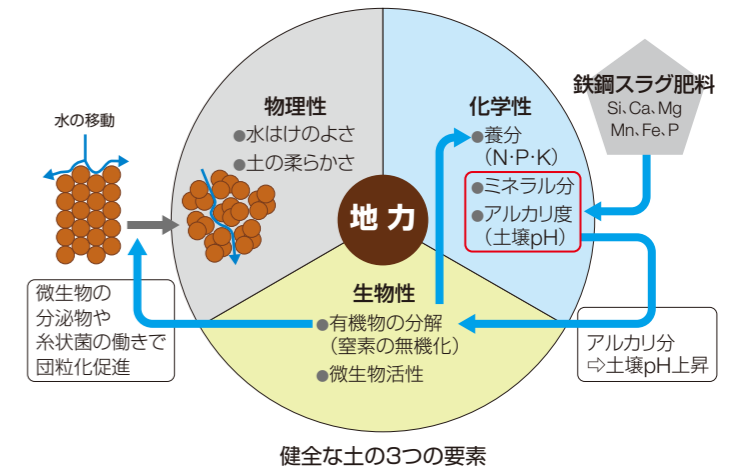
スラグは酸化カルシウム、ケイ酸、苦土に加えて、酸化鉄 (FeO)、酸化マンガン (MnO)、リン酸 (P₂O₅) など含有しています。

高炉スラグを原料とする肥料は主に稲作に、製鋼スラグを原料とする肥料は稲作の他に畑作、牧草用として幅広く利用されています。

土づくりは作物の根っこの環境改善

地力とは、土壌の「化学性」「物理性」「生物性」の三要素と、その相互作用で発揮される総合的な土壌の能力です。土壌の3要素は互いに影響しあっているため、作物を健全に育てるには、土づくりによって3要素をバランスよく高めることが重要です。

例えば、化学肥料でN・P・Kを施肥するだけでなく、堆肥のような有機肥料と、鉄鋼スラグ肥料のようにアルカリ分とミネラルを含む肥料を併用するのが効果的です。堆肥は微生物と作物の栄養源になり、鉄鋼スラグから溶けだしたアルカリ分は、土壌のpHを微生物の活動に適した中性に近づけ、ミネラル分は微量元素を補います。微生物活性が改善されると、堆肥から多くの窒素が作物へ供給され、さらに微生物の作用によって土壌の団粒化が進み、物理性の改善も期待できます。



産業副産物を活用した肥料の重要性の高まり

●産業副産物を活用した肥料の重要性の高まり

- 世界的に肥料の需要が伸びている中で、国内で調達可能な産業副産物をより一層有効利用することが重要です。
- 産業副産物を活用した肥料は、低コストで土壌の改善に役立つとともに、資源循環にも役立つ新たな肥料原料として有用です。

●有機物・副産物を活用した肥料のメリット

低コスト	土壌の改善	資源循環
<ul style="list-style-type: none"> ●原料としてコストが安い。 ●国内で調達可能で国際市況にも左右されません。 	<ul style="list-style-type: none"> ●有機物を含む他、微量元素など様々な養分も含まれるため、土壌の改善に役立ちます。 	<ul style="list-style-type: none"> ●地域の資源の有効活用や環境保全に役立ちます。 ●併用することで家畜排せつ物の更なる活用につながります。

鉄鋼スラグ肥料は、農作物に必要な肥料成分を多く含み、原料の鉄鋼スラグは国内で豊富に生産されていることから、これからの土づくりに欠かせない、今後の日本の農業を支える肥料として期待できます。

稲作への効果(高炉スラグ肥料、製鋼スラグ肥料)

稲作への効果(高炉スラグ肥料、製鋼スラグ肥料)

鉄鋼スラグ肥料の施用

ケイ酸の効果

- ① 葉の受光態勢が向上、光合成が促進します。
- ② 茎を丈夫にし、倒伏を防ぎます。
- ③ 葉身や茎が硬くなり、いもち病菌やニカメイチュウ等の侵入を抑制します。
- ④ ケイ素が表皮のクチクラ層の下に集積し、クチクラ蒸散を抑制することで、高温時でも気孔蒸散が維持され稲体温度の上昇を抑えます。
- ⑤ 根の酸化力の促進による根の活力を向上させます。

鉄・マンガンの効果(製鋼スラグ肥料)

- 異常還元抑制により根腐れを防止します。

アルカリ分の効果

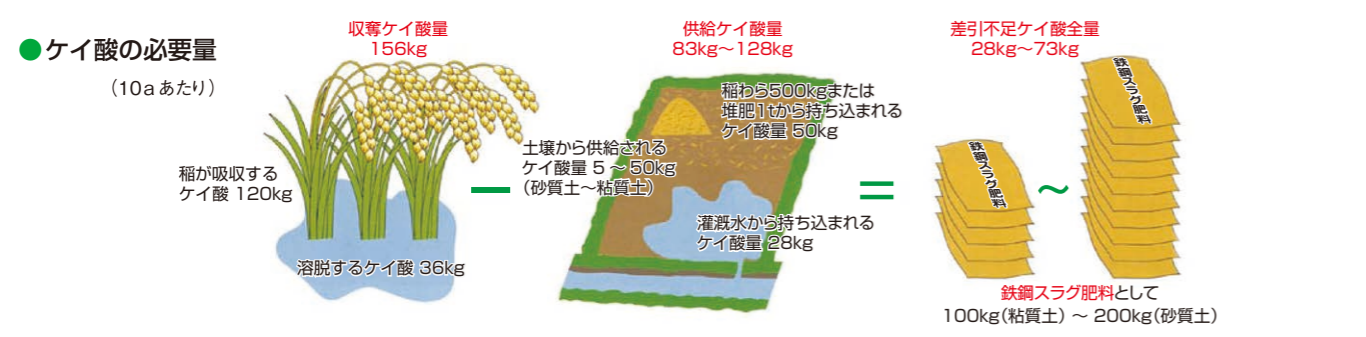
- 土壌のpHを上昇させます。
- pH改良により生稲わらの分解を促進します。
- 作物の生育に適したpHを維持します。

気象の変化に耐性ができる。

高温
冷害
日照不足
潮風害フェーン
干ばつ

- 収量の安定的増収
- 外観品質の安定
- 米粒中のデンプン増加、タンパク低下による食味向上

※近年、水田の還元が進行して水稻の初期生育が抑制されている圃場が増加しています。還元の進行している水田では、水田の還元を緩やかにする働きのある酸化鉄(FeO)、酸化マンガン(MnO)を含有する製鋼スラグ肥料の施用が有用です。



水稻の登熟期間の高温障害等による米の品質・収量低下が顕著です。スラグ肥料をはじめとする土づくり肥料の重要性が今、見直されています。

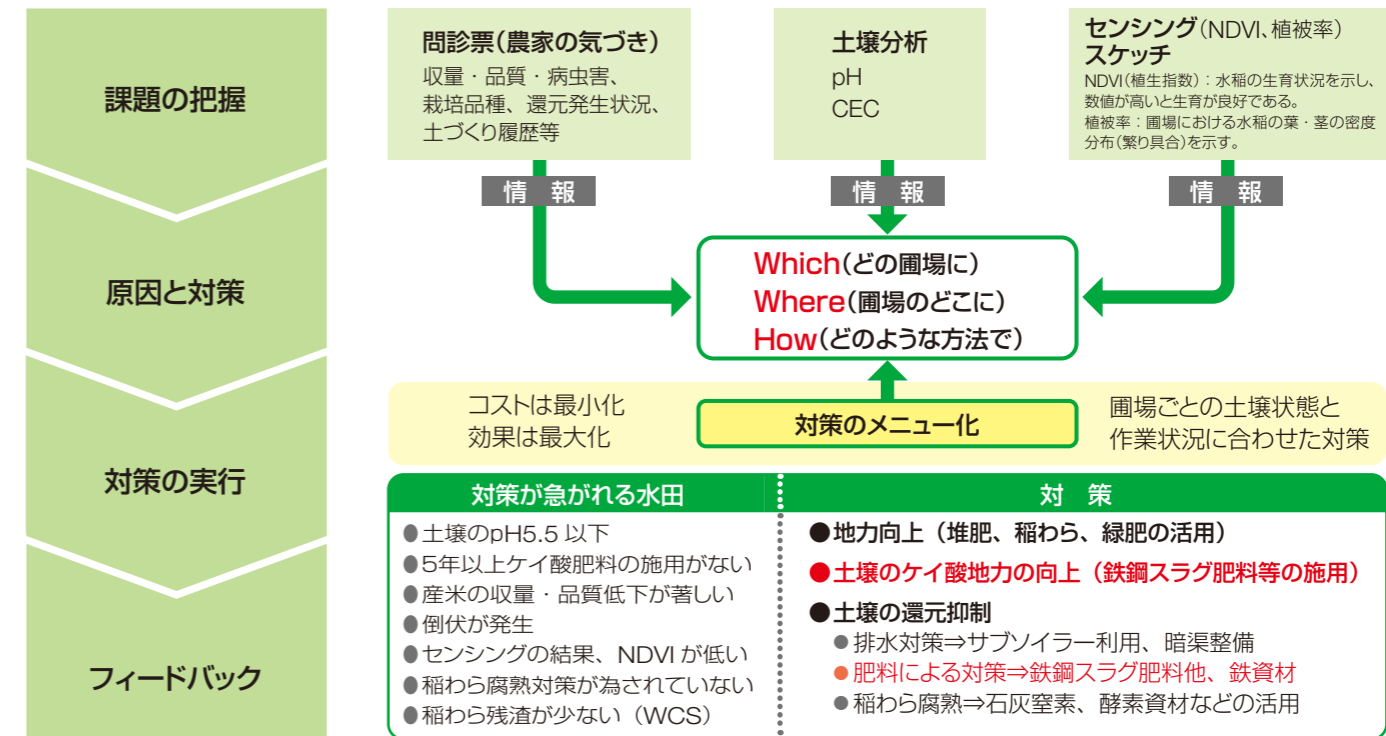
スマート農業技術を導入した次世代型水稻育成システム確立支援

山形大学農学部 藤井弘志客員教授((株)ファーム・フロンティア会長)の研究例

最近の稲作の課題

- 鉄鋼スラグ肥料を施肥する土づくりによる気候変動に強い稲作の実現
- スマート農業技術の導入による省力・効率化、情報の見える化と稲作技術の伝承

情報に基づいた土づくり



スマート農業の導入

トラクター + ライムソー
耕起、施肥(土づくり)

鉄鋼スラグ肥料
施肥による土づくり

乾土効果情報から側条施肥
(可変施肥)対応

田植え機 + 側条施肥
(可変施肥)

センシング技術活用による土づくりの効率化

地力の低い圃場から優先的に鉄鋼スラグ肥料を散布、土づくりを行う

ドローン
センシング

無人ヘリ等
可変施肥

鉄鋼スラグ協会は、スマート農業技術を導入した次世代水稻育成システム研究を支援しています。

畑作への効果 (製鋼スラグ肥料)

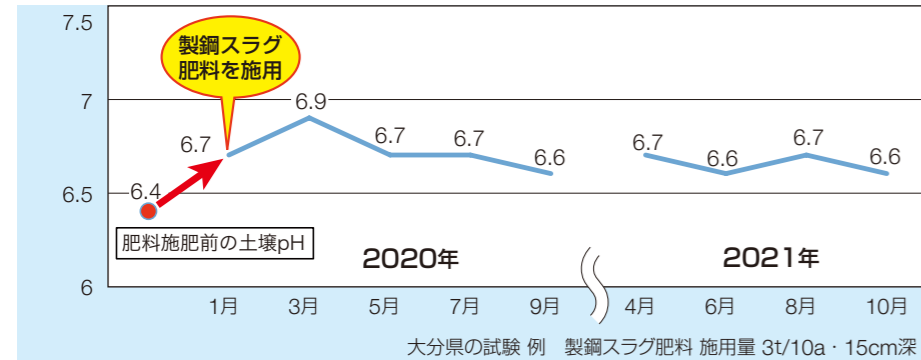
畑作への効果 (製鋼スラグ肥料)

根こぶ病、ホモブシス根腐れ病、フザリウム病害などは、土壌中の病原菌が根に感染して地上部を枯らす土壌病害の典型です。これらの病原菌は酸性土壌を好むことから、アルカリ分を土壌に施用して、pH を 7.0 ~ 7.5 に改良することで発病を抑制できます。但し、pH を高め過ぎるとマンガン、ホウ素などの微量元素欠乏症が出やすくなります。

製鋼スラグ肥料には、土壌のpH を改善・持続させることが出来るアルカリ分の他に、鉄・マグネシウム・マンガン・ホウ

素などのミネラル分が含まれており、農作物を元気にします。農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）、東京農業大学 後藤名誉教授、大分県農林水産研究指導センターは、製鋼スラグ肥料の施用によるアブラナ科野菜（キャベツ、ハクサイ、ブロッコリーなど）の根こぶ病などの土壌病害抑制効果を検証し、その有効性を確認しています。

持続性の高いpH 矯正効果



ハクサイへのスラグ肥料の効果

スラグ区はpH5.7の圃場に製鋼スラグ肥料を投入し、pH7.5に調整。

●根こぶ病多区 (発病株率 65%)



●製鋼スラグ肥料施用区 (発病株率 0%)



大分県農林水産研究指導センターの試験圃場の結果 製鋼スラグ肥料 施用量 28t / 10a・20cm深

※施用量については、散布地の土壌、及び施用する製鋼スラグ肥料に関するpH緩衝曲線を作成するなど、農業指導員等にご相談して決定下さい。

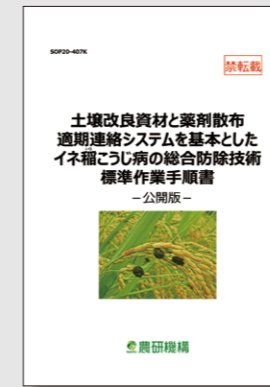
製鋼スラグ肥料は、畑に鉄分、マグネシウム、マンガンなどのミネラル分を供給すると共に、pHの向上、維持に貢献します。

鉄鋼スラグ肥料の効果を研究した技術書の紹介

農業・食品産業技術総合研究機構 (農研機構) による鉄鋼スラグ肥料を用いた土壌pH矯正による防除効果の研究

●土壌処理資材と薬剤散布適期連絡システムを基本としたイネ稲こうじ病の防除技術標準作業手順書

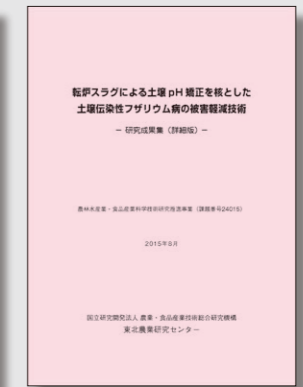
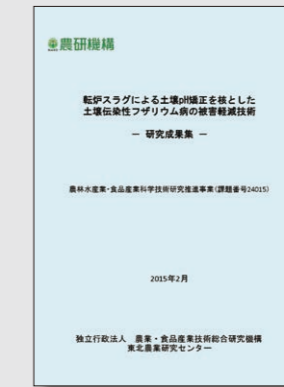
植物防疫研究部門



※「禁転載」とありますが、この文の掲載を条件に了解を貰っています。

●転炉スラグによる土壌pH矯正を核とした土壌伝染性フザリウム病の被害軽減技術—研究成果集—

東北農業研究センター



山形大学農学部 藤井客員教授著 稲作ガイドブックシリーズ

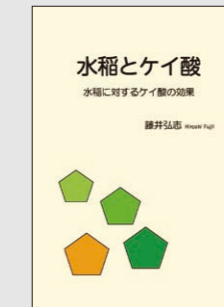
●農業の未来を展望する

土づくりからスマート農業まで変化を知り、変化に対応する



●水稲とケイ酸

水稲に対するケイ酸の効果



●水稲の生育に対する還元ストレス

還元ストレスの影響および診断と対策



●水稲の高温障害

リスク診断と対応技術



●これからの「土づくり」

「土づくり」こそがイネを救う「気づき」から「行動」へ



●水田におけるスマート農業の実践

スマート農業の本質と必要性 現場に役立つセンシング活用術



鉄鋼スラグ肥料の様々な効果について、技術資料として公開されています。