

非汚染黒ボク土水田での水管理・鉄資材施用が 玄米中ヒ素・カドミウムに与える影響

1. 成果の要約

場内非汚染黒ボク土水田（1M HCl 抽出土壌中ヒ素（以下 As）濃度 1.5mg/kg、0.1M HCl 抽出土壌中カドミウム（以下 Cd）濃度 0.2mg/kg）において、県慣行水管理（間断灌漑）でコシヒカリを栽培した。玄米中無機 As 濃度は 0.1mg/kg 未満（国際基準値 0.35mg/kg 未満）、Cd 濃度は 0.01mg/kg 未満（食品衛生法基準値 0.4mg/kg 未満）と低いレベルであり、本ほ場においては Cd 低吸収品種や鉄資材施用等の同時低減技術の必要性は低かった。

2. キーワード

水稲、ヒ素、カドミウム、黒ボク土、鉄資材、酸化還元電位

3. 試験のねらい

食品衛生法における玄米および精米中 Cd 含有量の基準値は、平成 23 年に 1mg/kg から 0.4mg/kg へ改正された。平成 28 年にコーデックス委員会において、玄米中無機 As 濃度の基準値が 0.35mg/kg と定められた。土壌の酸化還元条件に対して As と Cd は逆の挙動を示し、水管理のみでの同時低減は難しいとされる（表-1）。近年、農業環境技術研究所（現農業環境変動研究センター）が Cd 低吸収品種コシヒカリ環 1 号を開発し、同時低減を目指した水管理や鉄資材施用技術も開発中であり、これまで知見のない黒ボク土水田において、その有効性や収量・品質への影響を確認する。

4. 試験方法

- (1) 水管理：場内黒ボク土水田において表-1 に示した節水区、間断灌漑区、湛水区でコシヒカリを栽培し、玄米中の無機 As、Cd 濃度と収量を調査した（以下、4 の(2)、(3)とも調査内容は同じ）。
- (2) 品種：それぞれの水管理でコシヒカリおよびコシヒカリ環 1 号を栽培し、比較した。
- (3) 鉄資材：鉄資材の施用による無機 As および Cd の吸収抑制を期待し、図-3 に示した資材を供試した。施用量が多く、作業性に問題があることから、2 年目までの残効を含めて検討した。

5. 試験結果および考察

- (1) 土壌化学性：試験開始前の土壌の 1M HCl 抽出 As は 1.5mg/kg、0.1M HCl 抽出 Cd は 0.2mg/kg、リン酸吸収係数は 2260 であった（表-2）。土壌中 As および Cd 濃度は県内平均程度と低かった。
 - (2) 水管理：玄米中無機 As 濃度はいずれの処理においても 0.1mg/kg 未満、Cd 濃度はすべて 0.01mg/kg 未満であり、国際・国内基準値に比べ極めて低かった。なお、節水区の収量は 560kg/10a であり、間断灌漑区に比べ 9%低かった（図-1）。
 - (3) 品種：コシヒカリ環 1 号はコシヒカリに比べ、玄米中無機 As 濃度は同程度であった。玄米中 Cd については、コシヒカリが極めて低い濃度ではあるが検出されたのに対し、コシヒカリ環 1 号は不検出であった。コシヒカリ環 1 号の各水管理平均での収量は 505kg/10a であり、コシヒカリに比べ 6%低かった（図-2）。
 - (4) 鉄資材：無施用でも玄米中無機 As および Cd 濃度は基準値に比べ極めて低かった。転炉さいを施用した区は無施用区に比べ、玄米中無機ヒ素が有意に低下したが、その程度は極めて小さかった（図-3）。施用による収量、品質への影響は認められなかった（図-3 およびデータ省略）。
- ※本研究は、「食品の安全性と動物衛生の向上のためのプロジェクト（水稲におけるヒ素のリスクを低減する栽培管理技術の開発）」を活用し実施した。

（担当者 研究開発部 土壌環境研究室 蜂巢恒平）

表-1 試験区の概要および水管理の違いによる玄米中のAsとCdの増減傾向

| 試験区 | 出穂前後計6週間の水管理 | 酸化状況 | As吸収リスク | Cd吸収リスク |
|--------------------------|--------------------------------|-------|---------|---------|
| 節水区 (水の少ない状態) | 3日間湛水した後、酸化還元電位が+200mVを超えるまで落水 | 酸化 | 小 | 大 |
| 間断灌漑区 (本県における慣行的な水管理) | 3日間湛水した後、1日落水を反復 | 酸化/還元 | 中 | 中 |
| 湛水区 (水が多い状態) | 常に湛水 | 還元 | 大 | 小 |

表-2 試験ほ場の化学性 (平成26年度)

| pH | As | Cd | 炭素含有 % | 窒素含有 % | CEC meq/100g | 交換性塩基 | | | Trough P ₂ O ₅ mg/100g | リン酸吸収係数 |
|-----|--------------|----------------|--------|--------|--------------|-------------|-------------|--------------------------|--|---------|
| | 1M HCl mg/kg | 0.1M HCl mg/kg | | | | CaO mg/100g | MgO mg/100g | K ₂ O mg/100g | | |
| 6.4 | 1.5 | 0.2 | 8.0 | 0.59 | 46.1 | 808 | 81 | 7 | 8.0 | 2260 |

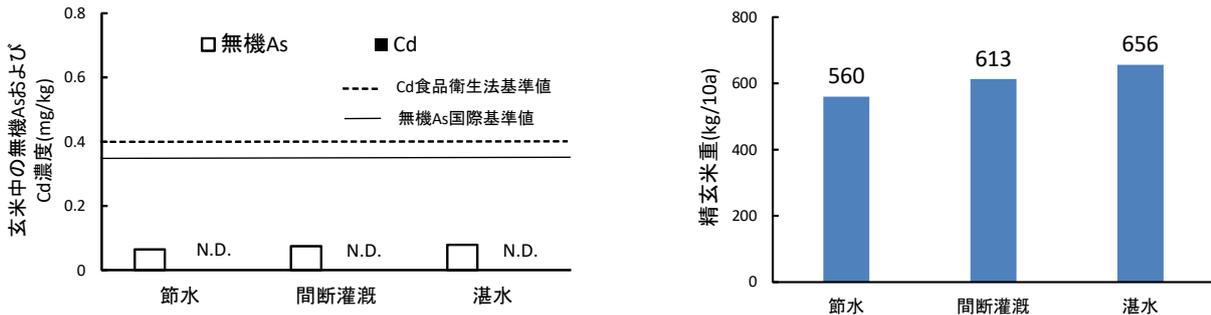


図-1 水管理が玄米中の無機AsとCd濃度、精玄米重に及ぼす影響 (平成27年度)

注1: 平均値 (n = 2) であり、品種はコシヒカリ。
 注2: 値はすべて水分 15%換算であり、精玄米重は 1.8mm 以上。図中「N.D.」は玄米中 Cd 濃度が<0.01mg/kg であることを示す (図-2、3も同様)。
 注3: グラフの左側は無機As、右側はCdを示す (図-3、4も同様)。

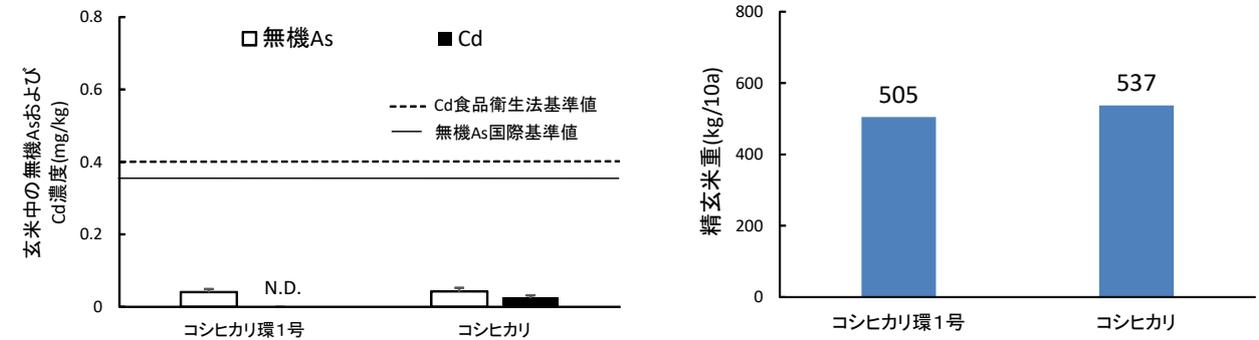


図-2 品種が玄米中の無機AsとCd濃度、精玄米重に及ぼす影響 (平成26年度)

注1: 各品種に対する水管理3処理 (節水・間断・湛水) の平均値であり、エラーバーは標準偏差を示す。各水管理は3反復。

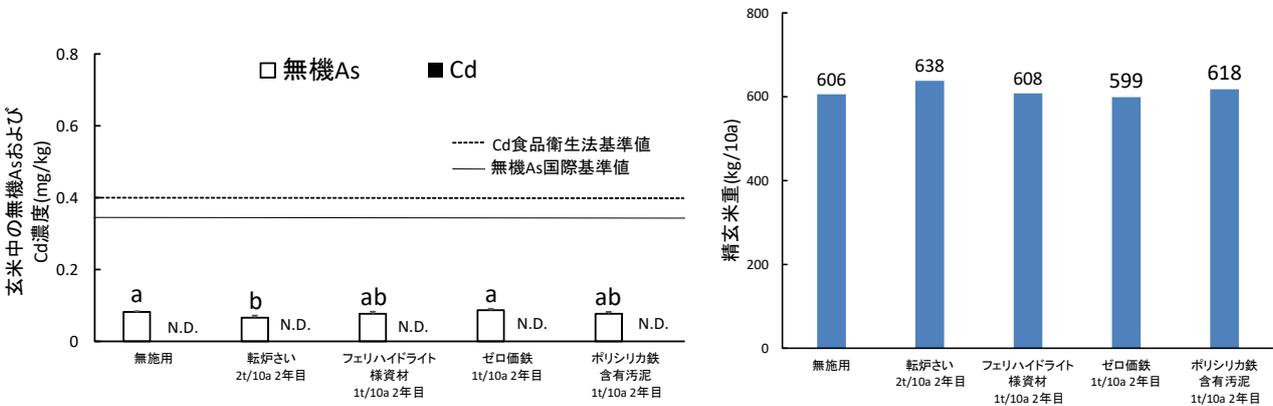


図-3 鉄資材が玄米の無機AsとCd濃度、精玄米重に及ぼす影響 (平成27年度)

注1: 平均値 (n = 3) であり、エラーバーは標準偏差を示す。異符号間に 5%水準で有意差あり (Tukey 法)。
 注2: 品種はコシヒカリであり、出穂前後の水管理は湛水。