

## 学位論文審査の結果の要旨

### Summary of Doctoral Dissertation Examination

氏 名/Name	PROTIMA DHAR
審査委員 Examining Committee	Chief Examiner 主 査 松本 真悟 (印)
	Assistant Examiner 副 査 小林 和広 (印)
	Assistant Examiner 副 査 荒木 英樹 (印)
	Assistant Examiner 副 査 山口 武視 (印)
	Assistant Examiner 副 査 門脇 正行 (印)
題 目 Title	Studies on the Increase in Arsenic Concentration in Brown Rice Due to High Temperatures During the Ripening Period and Countermeasures for Reducing the Arsenic Concentration by Applying Soil Modifiers (登熟期の高温による玄米ヒ素濃度の上昇ならびに種々の土壌改良資材施用によるその低減対策に関する研究)
審査結果の要旨 (2,000字以内) / Summary of Doctoral Dissertation Examination (Within 1200 words)	
<p>IPCC 第5次評価報告書では将来的な高温傾向の継続されることが指摘されており、水稻栽培においては登熟期の高温による収量およびコメの品質への影響が懸念されている。農林水産省(2019)が全国3007か所で生産されたコメを調査したところ、出穂後2週間~4週間の栽培地点の日平均気温とコメ中の無機ヒ素濃度は正の相関関係を示すことが明らかとなった。そこで、本研究では、登熟期間中の温度が土壌中のヒ素の溶出に及ぼす影響および玄米中のヒ素濃度に及ぼす影響を検証することとした。また、これまでにヒ素濃度低減のために提案されている種々の土壌改良資材の高温条件下での有効性を評価した。</p> <p>登熟期の高温が玄米ヒ素濃度を上昇させるかどうかを検証するために、ヒ素非汚染の灰色低地土を充てんしたワグネルポット(1/5000a)で栽培されたイネ‘コシヒカリ’を出穂1週間後に3基のTGCに搬入し、収穫まで栽培した。登熟期間中の土壌溶液中の総ヒ素濃度は、高温処理区の方が対照区より有意に高く推移した。すなわち、高温により土壌中のヒ素の溶出が促進されると考えられた。高温処理区の玄米収量は、登熟歩合の低下によって対照と比較して約17%減少した。玄米中の有機態ヒ素(ジメチルアルシン酸(DMA)およびモノメチルアルソン酸(MMA))の濃度は処理間に差異は認められなかった。これに対し、毒性の高い無機Asの濃度は、高温処理の方が対照よりも高くなる傾向を示し(p=0.065)、登熟期の高温が玄米ヒ素濃度を上昇させる可能性を示唆した。</p> <p>ケイ酸資材(ケイ酸カルシウム)の施用が出穂期の高温条件下で玄米ヒ素濃度の低減に有効であるかを検証した。灰色低地土を充てんしたワグネルポット(1/5000a)にケイ酸カルシウムを0, 15g施用して栽培した‘コシヒカリ’を出穂1週間後にTGCに搬入して収穫まで栽培した。TGCでは入口より奥に向けて温度処理を露地区、微高温区、中高温区、超高温区の4水準に設定した。TGC搬入から収穫までの平均気温は露地区よりTGC内で2℃高い範囲で推移していた。玄米の収量と気温および土壌温度との間には有意な負の相関があり、気温と土壌温度の上昇は収量の低下をもたらした。一方で、この玄米収量の低下はケイ酸カルシウムを施用することで有意に緩和された。玄米中のヒ素濃度は、気温および土壌温度と有意な正の相関を示し、気温と土壌温度の上昇に伴ってヒ素濃度が上昇した。また、ケイ酸カルシウムを施用した場合、無施用区に比べて、すべての温度範囲で玄米中のヒ素濃度が有意に低下し、高温条件下でもヒ素濃度の低下効果が認められた。以上の結果は、高温条件下でも玄米の収量低下やヒ素濃度の上昇をケイ酸塩資材の施用で緩和できる可能性を示唆している。</p>	

製鋼スラグの施用が出穂期の高温条件下で玄米ヒ素濃度の低減に有効であるかを検証した。灰色低地土を充てんしたワグネルポット (1 / 5000a) に製鋼スラグ 0, 15, 30 g 施用して栽培したコシヒカリを出穂 1 週間後に TGC に搬入して収穫まで栽培した。TGC での温度設定はケイカル施用試験と同様に行った。収穫時には収量調査を行うとともに、高温による玄米ヒ素濃度のメカニズムを転流との関係から解析するために、イネを部位別 (玄米, 第 1 節間, 第 1 節, 第 2 節間, 第 2 節, 第 3 節間以下) に分けて分析を行った。玄米については無機ヒ素, DMA, 総ヒ素および全炭素濃度を測定するとともに、それぞれの蓄積量を算出した。また、ワラではそれぞれの乾物重を測定するとともに、総ヒ素濃度と全炭素濃度を測定し、部位別の総ヒ素および全炭素蓄積量を算出した。出穂 1 週間後から収穫までの日中気温および最高気温の平均気温は露地区に対してそれぞれ、微高温区で 2.8°C, 5.2°C, 中高温区で 4.9°C, 8.1°C, 超高温区で 5.0°C, 8.9°C 高い設定が得られた。高温処理期間中の日中平均気温を共変量として共分散分析を行ったところ、無機ヒ素濃度および総ヒ素濃度ともに有意な回帰の直線性が認められ、高温により玄米ヒ素濃度が上昇することが明らかとなった。また、製鋼スラグ 30g/ポット (1Mg/10a 相当) 施用により玄米ヒ素濃度が有意に低下し、高温条件でも有効な玄米ヒ素濃度低減対策となりうることが示唆された。

以上のように、本研究は近年の温暖化による水稻の登熟期の高温が玄米ヒ素濃度の上昇を引き起こす要因であることを明らかにするとともに、その低減対策としてケイ酸資材および製鋼スラグの施用が高温条件下でも有効であることを明らかにした。これらの知見は温暖化傾向が予測される将来において、主食であるコメのヒ素濃度の上昇という品質上の大きな課題に対して、その安全性を担保する重要な提言を示すものであり、学位論文として十分な価値を有するものと判定した。