

学位論文審査結果の要旨

学位申請者 氏名	WU TONGJIAO (呉 彤娇)
審査委員	主査 鹿児島大学 准教授 紙谷 喜則
	副査 鹿児島大学 准教授 濱中 大介
	副査 琉球大学 教授 平良 英三
	副査 佐賀大学 教授 田中 宗浩
	副査 琉球大学 教授 川満 芳信
審査協力者	
題目	A Fundamental and Applied Study on the Antioxidant Property of Functional Water (機能水による抗酸化特性に関する基礎ならびに応用研究)
<p>活性酸素は酸化ストレスを誘発し、生活習慣病（高血圧、糖尿病、冠動脈疾患、癌）などのリスクを高める。活性酸素は細胞内 DNA に損傷を与えることからこれを不活化する「抗酸化物質」は、人の健康にとって不可欠な物質となっていることで、多くの研究者が抗酸化活性物質の探求とその活用に関する研究が行われている。また、水に物理的な処理を施して生成するアルカリ性電解機能水（AIEW）は、胃腸症状の改善効果があることから、この水の生成器は医療機器（薬事法認可クラスⅡB）として販売されている。AIEWには抗酸化作用があるとの事例報告がされているが、その機序について言及されたものは少ない。本論文では、AIEWの抗酸化作用について基礎的な測定方法から知見を示し、それらから得られた結果を用いて、産業的な利用方法についての応用として以下の研究を行った。</p> <p>(1) AIEWの生成原理から推測できる含有物質を物理化学的に再現した、溶存水素（DH）区、電気伝導度（EC）区、pH区とこれらを混合した疑似電解水（疑似水）を作成した。それらを異なるpH計測法（ガラス電極法（GpH）と色法（CpH））を用いて電気分解区と疑似水区のサンプルの温度誤差を観察した。電気分解区において温度誤差が大きくなる結果が得られた。これは、水温変化に対応して水の解離度を機械的計算により補償しているGpHと溶液の平衡により</p>	

比色するCpHでは温度補償の方法が異なることによりその差が生じていることが推測された。

電気分解区以外のDH、EC、pH区でもpH計測値に差が無い事から、水を電気分解したことにより溶媒としての水の解離度が変化していることが示唆された。

(2) 電気エネルギーを付与した機能水の抗酸化能について、上記サンプル区に電気陰性な配位子を持つ珪酸塩鉱物（トルマリン石）により処理した水（TMW）区を加え、それぞれのサンプル区にAsA（2mM）を添加し抗酸化能測定キット（WST）を用いて検証した。WSTは抗酸化物質の活性酸素の阻害率を求める方法でありAsA溶液（0-2mM）にて0-80%の阻害率（SOD）であることを確認して用いた。電氣的な処理を行わない疑似（DH、EC、pH、水道水）区ではSODは水道水区と比べて有意差が得られなかった。しかし、A1EW（電解電流4-12A）は、8A区で最大 89.7%、TMW（石の処理温度25-100℃）は、75℃処理で 94.3%が最大となり水道水区67.3%に対して有意にAsAのSODの増強効果を示した。これらにより、DH、EC、pHはSODの増強に影響が無いことを示した。機能水のSOD増強効果の機序は水に電氣的なエネルギーを付与することであり、生成された物質に因るものではないことを示した。

(3) 機能水の基礎的な検証により明らかになった、AsAのSOD増強効果を用いた応用事例として濃縮還元果物飲料の製造法を検討した。飲食店などでは、流通コストの削減から濃縮した原液を店内で水道水により希釈混合して提供している。この希釈水を機能水に置換させることで得られる改善点について、SOD増強効果、保存特性、および官能評価により検証した。濃縮還元果物飲料にはオレンジ、リンゴを用いた。その結果、A1EWでは平均77.2%、TMWでは平均84.5%、純水平均69.4%となり純水と比べてA1EW、TMWは有意にSOD増強効果を有することを確認した。また、商品性の評価について視覚、味などを色差計とパネラーによる官能試験を行い、電解機能水と純水の色差 ΔE は0.42（TMW）-0.44（A1EW）であり人が僅かに変化を感じるレベル（ $\Delta E 0.5$ ）より低い結果となった。他のL*、a*、b*では有意差が無かった。さらに官能試験では色、香り、甘味、酸味についてスコア化した結果、A1EW、TMW区は純水区に比べて有意に甘味と酸味を強く感じる結果となった。希釈時に糖度（Brix）値を同じになるように調整したが、人の味蕾でも甘味と酸味を強く感じられたことは、SODの増強効果以外にも溶媒として変化が影響している可能性もあり、今後の機能水のSOD増強効果に関する作用機序の解明に有効な知見であった。

以上のように本研究では、これまで報告が極めて少ない電解機能水が持つ抗酸化能力の出現の機序について言及したものであり、物理化学的測定からその差を観察できること、さらに電気エネルギーの付与が水の抗酸化作用の増大に影響を及ぼすことを示したものであり、電解機能水の分野の利用に対する新しい知見を得たものである。従って、本論文は博士（農学）の学位論文として十分な価値を持つと判断した。