

(様式第5号)

蛍光 X 線分析による茶の無機元素の動態解析 The Behavior of inorganic elements in tea plants by the fluorescence X-rays analysis using the synchrotron light.

宮崎秀雄・山口幸蔵・中村典義

Hideo Miyazaki, Kouzou Yamaguchi, Noriyoshi Nakamura

佐賀県茶業試験場
Saga Tea Experiment Station

- ※1 先端創生利用（長期タイプ、長期トライアルユース、長期産学連携ユース）課題は、実施課題名の末尾に期を表す（Ⅰ）、（Ⅱ）、（Ⅲ）を追記してください。
- ※2 利用情報の開示が必要な課題は、本利用報告書とは別に利用年度終了後二年以内に研究成果公開（論文（査読付）の発表又は研究センターの研究成果公報で公表）が必要です。（トライアルユース、及び産学連携ユースを除く）

1. 概要

茶の浸出液を滴下し乾燥した膜（ウルトラキャリアイト）により、無機元素の浸出程度を計測可能であることが明らかとなった。圃場、被覆条件ならびに茶種の異なる茶について、葉中に含まれる無機元素濃度を計測すると同時に、浸出液中のそれを計測して浸出率を解析（分散分析）した結果、茶葉中では S、K、Mn および Fe について被覆の有無により有意差が認められ、Sr、Fe は圃場間で有意差が認められた。浸出液については有意差は認められなかった。浸出率は約 1.0～100% と元素により大きな差が認められた。

2. 背景と目的

シンクロトロン光は高輝度且つ幅広いスペクトルを持ち、測定手法が確立できれば、対象物の成分等を迅速かつ詳細に分析可能であることから、今後、農産物ならびに食品の評価手法としての活用が期待できる。一方で、緑茶においては品質の客観的かつ迅速な評価手法として、近赤外分光分析法の利用によるアミノ酸含有率の測定等が行われているが十分とは言えず、人間の官能に依存する部分が多いのが現状である。官能評価では茶抽出液の香りや味を評価することから、本試験では、これまで行ってきたペレット状に茶粉末を固化したものの測定に加え、茶抽出液中に含まれる無機元素の測定を試みた。

3. 実験内容（試料、実験方法、解析方法の説明）

1) 試料の準備

茶葉 4g を抽出（熱水 80℃、150ml、60秒）した茶浸出液を、ウルトラキャリアイト（RIGAKU）の膜上に 100μl 滴下して乾燥させ、試験に供試した。また、抽出に供した茶葉を従来法により粉碎、固形化したタブレットと比較した。さらに、圃場、被覆条件および茶種（釜炒り茶（カマ）、蒸し製玉緑茶（ムシ）、普通煎茶（ノビ））が無機元素含有率ならびに浸出率に及ぼす影響について解析した。



図1 ウルトラキャリアイトを用いた試料作成法

2) 蛍光X線分析条件

	①茶抽出液 (ウルトキャリアーライト膜)	②茶タブレット
入射X線強度 (keV)	20	20
試料と検出器の距離 (mm)	15	25
ビームサイズ (mm)	2.0 ×4.0	2.0 ×4.0
測定時間 (sec)	600	300

試料の位置合わせ：試料後方からのレーザーを使用。

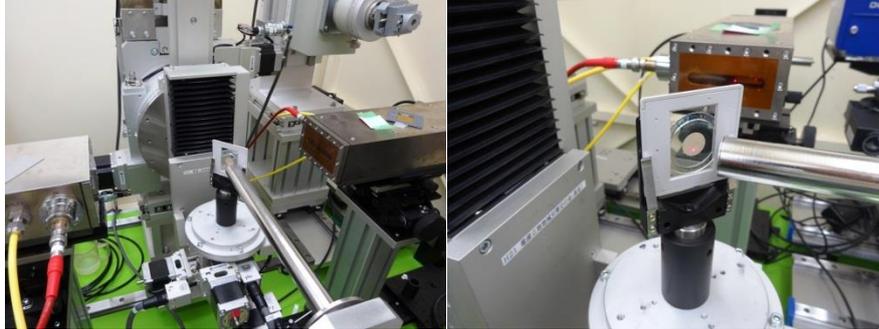


図2 ウルトキャリアーライトを使用した蛍光X線分析

4. 実験結果と考察

結果1. 茶タブレットと浸出液滴下膜 (ウルトキャリアーライト) の比較 (図3)

茶を固化化したタブレットと同じ茶葉の浸出液を滴下し乾燥した膜 (ウルトキャリアーライト) の比較では、コンプトン散乱のレベルを同等とした場合の蛍光X線強度は図3のようになり、茶葉中に含まれる無機元素の浸出程度を計測可能であることが明らかとなった。また、元素により浸出率が異なることが示唆された。

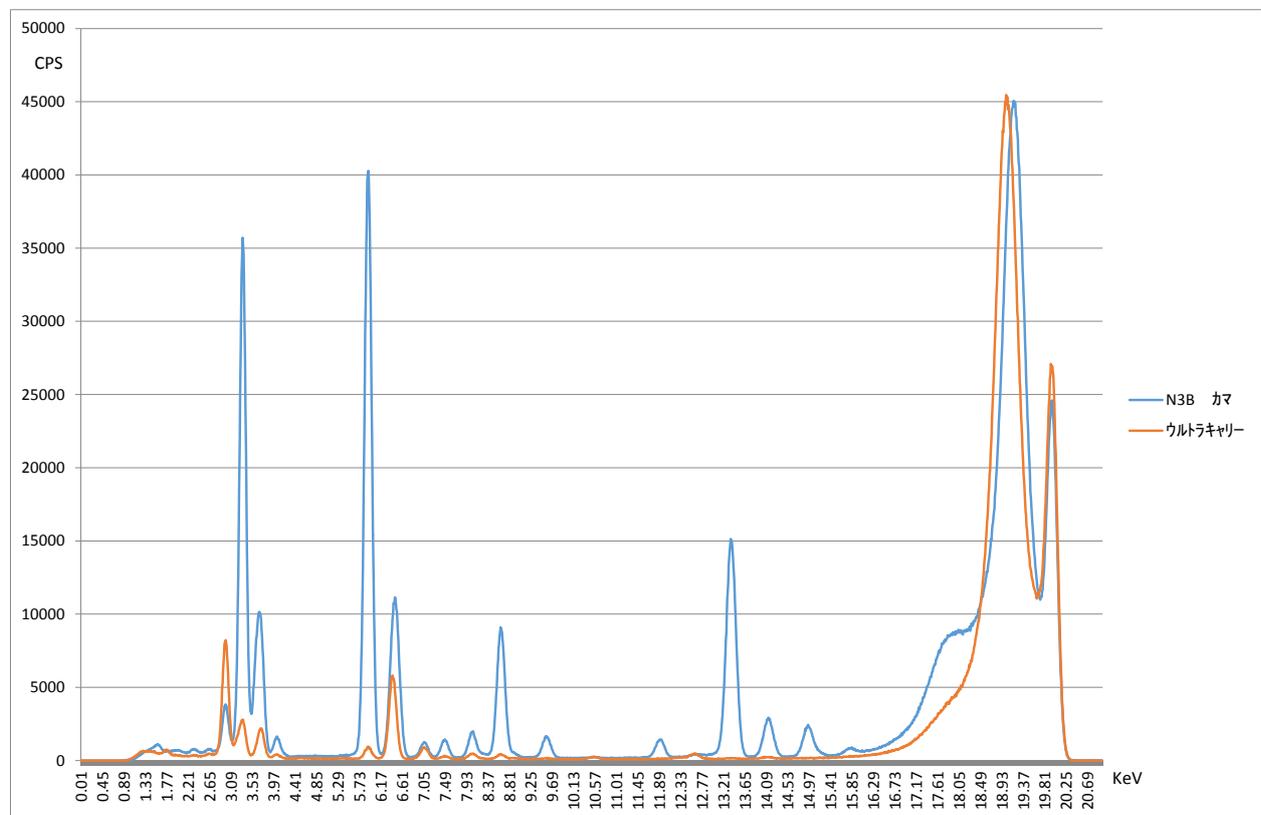


図3 試料膜上における無機元素の濃度分布

結果2. 圃場、被覆条件および茶種が無機元素含有率ならびに浸出率に及ぼす影響

圃場、被覆条件ならびに茶種の異なる茶について、茶葉を粉末化、タブレット化して葉中に含まれる無機元素濃度を計測すると同時に、浸出液中の無機元素濃度をウルトラキャリーライトを用いて計測して浸出率を解析した。分散分析の結果、茶葉中に含まれる無機元素について、S (イオウ)、K (カリ)、Mn (マンガン) は被覆の有無により5%水準で有意差が認められ、Sr (ストロンチウム) は圃場間で有意差が認められた。また、Fe (鉄) については圃場間で1%水準、被覆の有無、圃場*茶種および被覆*茶種の交互作用で5%水準の有意差が認められ、P (リン) ならびに Ca (カルシウム) では有意差は認められなかった。浸出液については有意差は認められず、浸出率は約1.0~100%と元素により大きな差が認められた。

表1. 茶タブレットの無機元素濃度 (ppm)

圃場	被覆	茶種	P	S	K	Ca	Mn	Fe	Sr
N3	有	カマ	4,510	2,640	19,400	2,600	979	80.1	4.1
		グリ	4,700	2,800	21,200	3,000	1,060	78.4	4.4
		ノビ	4,790	2,820	20,900	2,790	1,010	73.5	4.8
N3	無	カマ	4,380	2,390	17,800	2,300	958	81.2	3.4
		グリ	4,370	2,350	17,100	2,200	900	70.0	3.7
		ノビ	4,190	2,330	18,000	2,450	919	62.5	4.0
N6	有	カマ	4,750	2,780	19,500	2,470	1,030	57.4	5.0
		グリ	4,820	2,830	19,800	2,420	1,030	63.7	4.9
		ノビ	4,710	2,750	19,400	2,340	1,040	68.1	4.5
N6	無	カマ	4,360	2,390	16,900	2,290	851	60.7	4.6
		グリ	4,270	2,350	17,100	2,360	830	54.6	5.2
		ノビ	4,530	2,480	17,400	2,300	859	61.8	4.7

表2. 茶浸出液の無機元素濃度 (ppm)

圃場	被覆	茶種	P	S	K	Ca	Mn	Fe	Sr
N3	有	カマ	877	1,610	2,540	846	11.5	48.1	3.9
		グリ	740	1,650	2,370	812	10.2	41.6	3.9
		ノビ	1,430	1,720	3,350	954	31.3	66.2	4.5
N3	無	カマ	913	1,330	2,260	831	7.6	46.8	4.0
		グリ	838	1,290	2,170	714	6.5	40.2	4.0
		ノビ	604	1,320	1,970	731	4.3	39.0	4.0
N6	有	カマ	942	1,480	2,710	728	12.1	34.0	4.0
		グリ	864	1,870	2,820	820	13.9	47.2	4.0
		ノビ	783	1,390	2,630	809	11.8	42.5	3.9
N6	無	カマ	824	1,730	2,450	840	9.0	47.7	3.9
		グリ	868	1,500	2,030	836	8.7	44.2	4.1
		ノビ	783	1,750	2,410	835	8.7	48.0	3.9

表3. 茶タブレットと茶浸出液の無機元素濃度比較による浸出率推定 (%)

圃場	被覆	茶種	P	S	K	Ca	Mn	Fe	Sr
N3	有	カマ	19.4	61.0	13.1	32.5	1.2	60.0	94.9
		グリ	15.7	58.9	11.2	27.1	1.0	53.1	88.5
		ノビ	29.9	61.0	16.0	34.2	3.1	90.1	93.7
N3	無	カマ	20.8	55.6	12.7	36.1	0.8	57.6	115.5
		グリ	19.2	54.9	12.7	32.5	0.7	57.4	107.9
		ノビ	14.4	56.7	10.9	29.8	0.5	62.4	99.2
N6	有	カマ	19.8	53.2	13.9	29.5	1.2	59.2	79.4
		グリ	17.9	66.1	14.2	33.9	1.3	74.1	81.2
		ノビ	16.6	50.5	13.6	34.6	1.1	62.4	86.6
N6	無	カマ	18.9	72.4	14.5	36.7	1.1	78.6	85.7
		グリ	20.3	63.8	11.9	35.4	1.0	81.0	78.0
		ノビ	17.3	70.6	13.9	36.3	1.0	77.7	82.9

5. 今後の課題

・圃場、被覆条件および茶種が無機元素含有率ならびに浸出率に及ぼす影響については、卓上型蛍光 X 線分析装置 (EDXL-300) を用いて解析を進める。

6. 参考文献

- ・宮崎ら：農業環境工学関連 5 学会合同大会,P210.2015
- ・宮崎ら：日本農業食料工学会講演要旨集,266.2014
- ・宮崎ら：日本農業食料工学会講演要旨集,27.2014
- ・山口ら：茶業研究報告,116 (別) .128~129.2013
- ・明石ら：茶業研究報告,112 (別) .84~85.2011
- ・宮崎ら：茶業研究報告,112 (別) .86~87.2011
- ・明石ら：茶業研究報告,110 (別) .50~51.2010
- ・宮崎ら：茶業研究報告,110 (別) .52~53.2010
- ・明石ら：茶業研究報告,108 (別) .134~135.2009
- ・宮崎ら：日本食品科学工学会西日本支部等合同学会要旨集,81.2009

7. 論文発表・特許 (注：本課題に関連するこれまでの代表的な成果)

8. キーワード (注：試料及び実験方法を特定する用語を 2~3)

蛍光 X 線 茶 ウルトラキャリーライト

9. 研究成果公開について (注：※2に記載した研究成果の公開について①と②のうち該当しない方を消して下さい。また、論文(査読付)発表と研究センターへの報告、または研究成果公報への原稿提出時期を記入して下さい(2015年度実施課題は2017年度末が期限となります)。

② 研究成果公報の原稿提出

(提出時期： 2017年 3月)