



# 九州シンクロトロン光研究センター 県有ビームライン利用報告書

課題番号：1312151L

BL番号：BL07

(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.

中村典義・山口幸蔵・宮崎秀雄  
Noriyoshi Nakamura, Kouzou Yamaguchi, Hideo Miyazaki

佐賀県茶業試験場  
Saga Tea Experiment Station

### 1. 概要

茶葉について、シンクロトロン光を利用した蛍光X線分析を行い、茶葉への無機元素の動態解析に必要な基礎的な知見を得る。

今回の試験では、品種、摘採時期および栽培方法の異なる新芽の葉位別の無機元素分析を行った。

In this study, we have investigated the kinetic analysis of an inorganic element at the tea leaf by the fluorescent X-ray analysis using the synchrotron light.

In this examination, an inorganic element at different position in tea new shoots with different cultivar, cropping season and cultivation method was analyzed.

### 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。

茶の産地判別技術においては、湿式灰化分析である ICP 分析法を用いた茶葉中および土壤中の無機元素の関係性を調査され、土壌の違いによる茶葉中無機元素組成の違いが確認されている(1)。また、製茶工程別、葉位別の無機元素含有量についても調査がなされ、産地判別において製茶工程別、葉位別の無機元素の重要性が示唆されている(2)。

また、平成 20～23 年度に実施した研究において、茶葉中無機元素の計測ならびに解析方法および産地判別等に必要な条件を明らかにしたが、高品質茶生産技術への応用については、より詳細な茶樹の栄養状態の把握が必要である。そこで、本研究では、これまでの茶葉および土壤中無機元素分析を踏まえ、シンクロトロン光を活用して樹体の元素の動態や各器官における元素の分布を把握することで、茶の高品質安定生産に必要な新しい情報を検索する。

茶葉および茶園土壌について、シンクロトロン光を利用した無機元素分布の可視化（マッピング）データにより、より詳細な茶葉中無機元素の存在形態解析データを得るため、蛍光X線マッピング分析について検討を行なう。

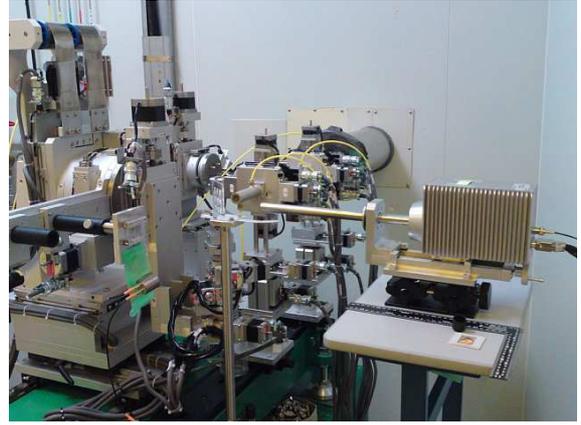
今回は、品種、摘採時期および栽培方法の異なる新芽の葉位別サンプル間の無機元素分析を行い関係性を調査する。

1) 煎茶製造工程別および葉位別無機元素含有量の変化(茶研報,99:31～36,2005)

### 3. 実験内容（試料、実験方法、解析方法の説明）

#### 1) 試料

二番茶の新芽（一芯四葉）乾燥サンプル  
 蛍光X線分析用ペレット試料  
 直径：10mm  
 厚さ：2mm



#### 2) 蛍光X線分析

（条件）

入射X線強度：20keV  
 試料と検出器の距離：15mm  
 ビームサイズ：2.0x 4.0 mm  
 計測時間：300秒/1サンプル  
 総測定時間：約12時間  
 測定元素：K、Ca、Mn、Fe、Ni、Cu、Zn、  
 Rb、Sr

試料の位置合わせ：試料後方からのレーザーを使用。

#### 3) 解析

得られた蛍光X線強度を入射X線強度で補正を行い、各元素のピーク面積値を示した。

### 4. 実験結果と考察

#### 1) 露地栽培および被覆栽培における荒茶中無機元素

5品種における栽培形態の異なる二番茶の新芽乾燥サンプルを葉位別に分別して無機元素分析を行った。その結果、被覆処理により、各無機元素の葉位間差が小さくなり、CaおよびSiは増加傾向を示した。また、他の無機元素については品種によって増減傾向がことなっていた（図1、表1～6）。一方、葉位別にみると、Srは茎で高く、FeおよびRbは低い傾向があった。さらに、上部の葉ほど、Znは高くなり、MnおよびSrは低い傾向がみられた。



図1. 被覆処理



図2. 被覆後の葉色

表1. 「さえみどり」の被覆栽培における二番茶新芽の葉位別の蛍光X線強度（ピーク面積値）

試験区	部位	K	Ca	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Br	Rb	Sr
無処理	一芯一葉	5487	628	3894	1171	197	252	1878	187	1906	148
	二葉	5383	771	5017	776	157	225	1690	212	1884	197
	三葉	4730	961	6410	1292	116	199	1232	198	1602	334
	四葉	4751	1245	8428	911	108	203	1119	220	1533	459
	茎	4950	991	5221	647	103	223	1334	240	1328	736
被覆	一芯一葉	5652	894	5365	1057	160	228	1512	182	2003	265
	二葉	6153	986	6729	1502	192	235	1418	216	2126	296
	三葉	5767	1174	7455	1082	147	224	1216	211	1911	389
	四葉	5381	1217	7931	1198	146	215	1128	198	1884	416
	茎	5636	1050	6041	1935	202	229	1245	242	1600	787

\* 1: 遮光率70%、7日間の直接被覆

表2.「さえあかり」の被覆栽培における二番茶新芽の葉位別の蛍光X線強度(ピーク面積値)

試験区	部位	K	Ca	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Br	Rb	Sr
無処理	一芯一葉	5199	805	6216	1072	175	310	1627	147	2197	282
	二葉	4866	967	7681	1171	161	285	1331	155	2068	382
	三葉	4212	1214	9295	1204	136	288	1066	166	1844	539
	四葉	4256	1328	10896	1217	116	252	964	160	1752	582
	茎	5354	764	6491	654	131	264	1189	197	1753	822
被覆	一芯一葉	5113	1150	6940	1445	187	335	1346	167	2017	514
	二葉	5293	1188	8015	1152	144	327	1294	198	2110	526
	三葉	5238	1312	9070	1324	146	320	1158	204	1979	607
	四葉	5841	1369	9993	1582	181	345	1252	232	2283	656
	茎	6630	894	7812	673	175	347	1370	303	2252	1062

\* 1: 遮光率70%、7日間の直接被覆

表3.「やぶきた」の被覆栽培における二番茶新芽の葉位別の蛍光X線強度(ピーク面積値)

試験区	部位	K	Ca	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Br	Rb	Sr
無処理	一芯一葉	5930	799	3475	901	292	303	1752	174	5426	474
	二葉	5816	1101	4530	921	261	287	1527	207	5594	611
	三葉	5008	1422	6021	912	220	242	1155	218	4553	976
	四葉	4122	1716	6855	990	165	238	960	178	3847	1163
	茎	4631	1162	3567	896	170	246	995	175	3342	1403
被覆	一芯一葉	5749	1341	5664	1084	235	325	1441	148	5221	762
	二葉	5751	1456	6542	1489	232	318	1285	173	5269	807
	三葉	5477	1708	7135	1501	232	316	1236	173	5096	950
	四葉	5699	1509	7645	1155	241	335	1212	181	4961	943
	茎	4465	1306	4952	984	183	296	1112	181	3847	1487

\* 1: 遮光率70%、7日間の直接被覆

表4.「おくゆたか」の被覆栽培における二番茶新芽の葉位別の蛍光X線強度(ピーク面積値)

試験区	部位	K	Ca	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Br	Rb	Sr
無処理	一芯一葉	6661	535	4459	851	333	248	1665	175	2695	382
	二葉	7057	780	6139	890	310	251	1508	198	2873	493
	三葉	5954	1031	6974	890	276	231	1284	186	2509	706
	四葉	5851	1172	8246	1249	319	267	1203	204	2462	839
	茎	5610	1182	5732	608	199	236	1019	208	1924	1634
被覆	一芯一葉	5623	341	3188	931	262	296	1593	154	3060	177
	二葉	6296	554	5424	1335	294	266	1571	194	3358	275
	三葉	5057	831	6762	803	210	263	1297	189	2788	493
	四葉	4633	1262	9657	995	192	277	1199	200	2533	719
	茎	5358	1095	6173	614	190	237	985	226	2413	1302

\* 1: 遮光率70%、7日間の直接被覆

表5.「おくみどり」の被覆栽培における二番茶新芽の葉位別の蛍光X線強度(ピーク面積値)

試験区	部位	K	Ca	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Br	Rb	Sr
無処理	一芯一葉	5874	236	2666	713	164	232	1495	258	3832	87
	二葉	6131	277	3373	733	171	215	1417	295	3843	85
	三葉	5326	434	4152	1192	176	205	1195	282	3359	156
	四葉	4691	634	5590	719	118	196	1010	291	3003	290
	茎	5106	895	5364	651	91	171	684	277	2561	830
被覆	一芯一葉	5403	827	5183	1313	182	249	1619	259	3574	179
	二葉	6416	451	3926	929	155	236	1419	285	3922	145
	三葉	6253	570	4540	986	118	205	1248	292	3548	207
	四葉	6382	679	5685	845	112	216	1188	333	3521	288
	茎	5351	1041	4715	486	99	198	778	274	2661	838

\* 1: 遮光率70%、7日間の直接被覆

## 5. 今後の課題

今回試験した茶の品種、摘採時期および栽培方法の異なる新芽の葉位別サンプル間の無機元素含有量の比較は、茶葉中無機元素と茶葉の熟度との関連性を踏まえ、今後も調査する。

今後、これらの分析結果とともに茶樹中の各部位の無機元素との比較を行うことで、無機元素の動態について調査し、無機元素と茶の生育および品質への影響の解明に繋げたい。

## 6. 参考文献

- [1] 明石ら：茶業研究報告,114 (別) .120~121.2012
- [2] 明石ら：茶業研究報告,112 (別) .84~85.2011
- [3] 宮崎ら：茶業研究報告,112 (別) .86~87.2011
- [4] 明石ら：茶業研究報告,110 (別) .50~51.2010
- [5] 宮崎ら：茶業研究報告,110 (別) .52~53.2010
- [6] 明石ら：茶業研究報告,108 (別) .134~135.2009
- [7] 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）

茶 無機元素 蛍光X線分析