

(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壌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壌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

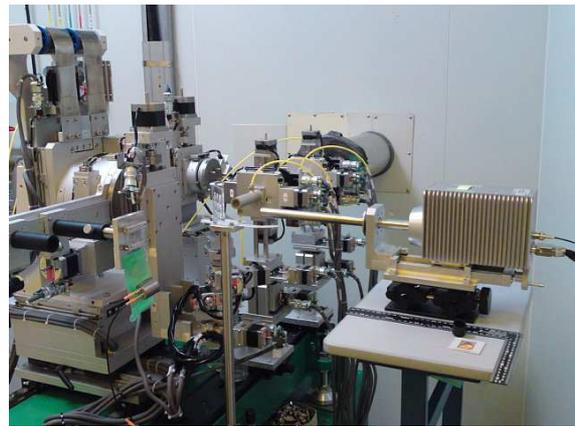
一番茶の新芽（一芯四葉）乾燥サンプル  
蛍光X線分析用ペレット試料  
直径：10mm  
厚さ：2mm

#### 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

6品種における栽培形態の異なる一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、K、RbおよびSiは増加傾向を示した。また、Ca、Mn、Fe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、K、Ca、BrおよびSrは茎で高く、Fe、NiおよびRbは低い傾向があった。さらに、上部の葉ほど、Ni、CuおよびZnは高くなり、BrおよびSrは低い傾向がみられた。

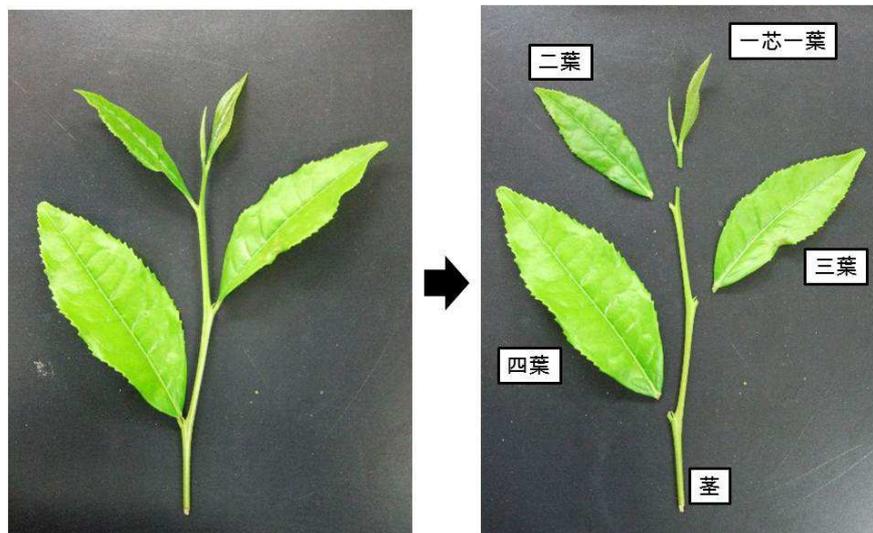


図1. 新芽の葉位別サンプル

表1.「さえみどり」の被覆栽培における一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	2909	483	2677	723	167	185	1504	173	1029	85
	二葉	2882	377	2408	565	129	148	1164	228	984	83
	三葉	2807	435	2703	517	121	130	887	226	932	118
	四葉	2973	576	3541	511	116	122	746	259	907	192
	茎	3454	785	3424	441	101	190	962	261	879	444
被覆 <sup>*1</sup>	一芯一葉	3136	494	3096	726	152	158	1319	177	1034	113
	二葉	3307	475	3057	721	147	145	1062	246	1036	130
	三葉	3393	533	3235	574	129	134	914	251	1028	146
	四葉	3230	656	3921	555	127	125	774	262	935	199
	茎	3649	765	3271	628	108	140	861	315	854	462

\* 1: 遮光率70%、10日間の直接被覆

表2.「さえあかり」の被覆栽培における一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	2582	540	3290	829	176	183	1213	96	1138	151
	二葉	2515	510	3504	726	149	154	883	110	1057	167
	三葉	2733	588	4008	725	149	140	759	123	1078	234
	四葉	2852	696	4799	648	129	132	621	149	1073	302
	茎	3422	875	4845	496	111	170	698	138	1022	690
被覆 <sup>*1</sup>	一芯一葉	3137	618	4056	779	170	193	1123	111	1219	214
	二葉	3495	518	4348	770	175	201	997	144	1358	216
	三葉	3388	551	4316	770	166	201	878	153	1264	235
	四葉	3423	656	4695	760	165	182	774	159	1197	282
	茎	4191	864	5049	520	115	193	767	188	1152	781

\* 1: 遮光率70%、10日間の直接被覆

表3.「さきみどり」の被覆栽培における一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	2921	350	3949	562	157	223	1275	97	1485	76
	二葉	3119	341	4424	611	170	211	1163	129	1573	86
	三葉	2586	353	4232	469	114	144	715	128	1195	113
	四葉	2627	339	4669	446	108	123	530	141	1095	148
	茎	2957	475	3854	441	65	142	396	142	1007	471
被覆 <sup>*1</sup>	一芯一葉	3023	383	4055	708	142	216	1093	103	1688	115
	二葉	3037	325	4013	680	144	212	920	120	1728	109
	三葉	3208	349	4212	624	131	185	765	142	1649	131
	四葉	3153	343	4270	475	113	167	629	168	1624	161
	茎	3235	437	3546	493	65	160	417	169	1206	453

\* 1: 遮光率70%、10日間の直接被覆

表4.「やぶきた」の被覆栽培における一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	2533	241	2298	587	187	164	1325	90	936	67
	二葉	2408	309	2714	524	161	137	1046	105	911	97
	三葉	2257	499	3957	530	135	117	790	114	827	201
	四葉	2363	639	5315	596	127	111	626	142	819	331
	茎	2948	640	4364	438	110	137	648	164	782	620
被覆 <sup>*1</sup>	一芯一葉	2794	342	3272	788	200	158	1181	99	1073	142
	二葉	2844	345	3413	632	178	136	969	112	1016	141
	三葉	2838	452	4152	523	160	128	836	122	987	220
	四葉	2643	578	4816	498	147	119	680	137	880	312
	茎	2564	732	4231	489	102	148	582	168	791	815

\* 1: 遮光率70%、10日間の直接被覆

表5.「おくゆたか」の被覆栽培における一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	2494	359	2532	527	215	150	1038	90	1330	115
	二葉	2518	437	3094	503	187	127	810	101	1291	159
	三葉	2580	485	3573	544	182	125	724	107	1357	209
	四葉	2554	597	4107	526	154	134	558	115	1262	300
	茎	3228	656	3511	329	139	128	586	142	1305	772
被覆 <sup>*1</sup>	一芯一葉	3287	520	3575	571	223	167	1073	119	1480	175
	二葉	3393	496	3856	549	206	147	914	135	1484	190
	三葉	3152	504	3783	477	194	178	768	134	1371	202
	四葉	3490	686	4824	510	176	137	705	155	1421	296
	茎	3396	818	3659	396	127	142	582	153	1143	803

表6.「おくみどり」の被覆栽培における一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	2734	296	2245	543	106	130	1070	118	1791	41
	二葉	2925	292	2693	595	107	122	897	135	1781	64
	三葉	2946	339	3013	519	98	105	774	137	1746	113
	四葉	2735	537	3182	568	94	98	667	138	1600	142
	茎	3287	509	3470	402	77	108	508	160	1532	443
被覆 <sup>*1</sup>	一芯一葉	2919	452	2895	573	91	133	925	138	1967	92
	二葉	3017	408	2984	554	87	126	833	154	1944	93
	三葉	3119	384	2904	570	86	122	753	170	2014	103
	四葉	3420	387	3098	498	86	105	693	174	2023	127
	茎	3596	493	2996	487	72	112	486	196	1819	479

\* 1: 遮光率70%、10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