

新学術領域研究 A04-8 班若手育成プログラム

ガンマ線スペクトロメトリーの原理と、環境試料の放射能定量分析

レポート課題「環境試料(土壌)の放射能の定量」

横浜国立大学 武藤芽依

1. 標準線源の測

標準物質として、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs の放射能濃度が認証された乾燥土壌試料、JSAC 0471 を用いる。標準物質の質量は 0.135g、高さ 5cm、認証値は ^{137}Cs が 115.4Bq/kg、 ^{134}Cs が 85.3Bq/kg である。ピーク近辺の 3 点計数値による方法を用いてピーク中心チャンネルを決定する。 ^{134}Cs は

$$1203 + 1/2 * \text{LN}(238/151) / \text{LN}(274^2 / (238 * 151)) = 1203$$

^{137}Cs は

$$1317 + 1/2 * \text{LN}(1029/879) / \text{LN}(1164^2 / (1029 * 879)) = 1317$$

ピーク面積は ^{134}Cs で

$$\text{SUM}(A1199:A1210) - \text{SUM}(A1192:A1196) - \text{SUM}(A1220:A1226) = 942$$

^{137}Cs で

$$\text{SUM}(A1313:A1324) - \text{SUM}(A1306:A1310) - \text{SUM}(A1327:A1333) = 4397$$

標準物質の放射能を半減期補正する。 ^{134}Cs の放出率は 0.9763、半減期 754.28 日なので、半減期補正をすると検出された放射能は

$$85.3 * 0.9763 * \text{EXP}((-0.693/754.28) * E2) * 0.135 = 2.47 \text{ Bq}$$

^{137}Cs の放出率 0.851、半減期 $1.102 * 10^4$ 日なので、同様に半減期補正をして

$$115.4 * 0.851 * \text{EXP}((-0.693 / (1.102 * 10^4)) * E3) * 0.135 = 12.0 \text{ Bq}$$

半減期補正された放射能を用いて検出効率を求めると、測定時間は 22088.7 秒なので ^{134}Cs は

$$(942 / 22088.7) / 2.47 = 0.0173$$

^{137}Cs は

$$(4397 / 22088.7) / 12.0 = 0.0167$$

標準線源の測定結果を表 1 にまとめて示す。

表 1 標準線源の測定結果

	Cs-134	Cs-137
ピーク中心ch	1203.309	1317.195
エネルギー(kev)	604.72	661.66
ピーク面積	942	4397
基準日と測定日の差	1651	1651
測定時間(sec)	22088.7	22088.7
補正放射能(Bq)	2.47	12.0
検出効率	0.0173	0.0167

2. 環境試料の測定

2013年08月1日に採取されたタバコ畑の土壌試料の放射能を測定する。ピーク近辺の3点計数値による方法を用いてピーク中心チャンネルを決定する。 ^{134}Cs は

$$1204 + 1/2 * \text{LN}(153/146) / \text{LN}(173^2 / (153 * 146)) = 1204.08$$

^{137}Cs は

$$1318 + 1/2 * \text{LN}(554/725) / \text{LN}(806^2 / (554 * 725)) = 1317.72$$

ピーク面積は ^{134}Cs で

$$\text{SUM}(A1199:A1210) - \text{SUM}(A1192:A1196) - \text{SUM}(A1215:A1221) = 667$$

^{137}Cs で

$$\text{SUM}(A1312:A1323) - \text{SUM}(A1305:A1309) - \text{SUM}(A1326:A1332) = 3302$$

測定時間は685.6秒である。標準線源の検出率から試料の放射能を求めると、 ^{134}Cs は放出率が0.9763なので

$$(1204.08 / 685.6) / 0.0173 / 0.9763 = 57.6 \text{ Bq}$$

^{137}Cs は放出率0.851なので

$$(1317.72 / 685.6) / 0.0167 / 0.851 = 340 \text{ Bq}$$

よって土壌試料の放射能濃度は ^{134}Cs が

$$57.6 / 0.135 = 427$$

^{137}Cs は

$$340 / 0.135 = 2517$$

土壌試料の測定結果を表2にまとめて示す。

表 2 土壌試料の測定結果

	Cs-134	Cs-137
ピーク中心ch	1204.08	1317.72
エネルギー(kev)	604.72	661.66
ピーク面積	667	3302
基準日と測定日の差	1104	1104
測定時間(sec)	685.6	685.6
放射能濃度(Bq/kg)	427	2517

3. 誤差

ピーク面積の差は誤差の伝播則により¹³⁴Csは

$$(28+44+739)^{1/2}= 405.5$$

¹³⁷Csは

$$(10+14+3324)^{1/2}= 1674$$

よって測定値の誤差は、測定時間 685.3 秒より¹³⁴Csは

$$405.5/685.5= 0.592\text{Bq}$$

¹³⁷Csは

$$1674/685.5= 2.44\text{Bq}$$

標準線源の放射能と誤差は¹³⁴Csが $2.47 \pm 0.1653\text{Bq}$ 、¹³⁷Csが $12.0 \pm 0.7648\text{Bq}$ であるため、検出効率の誤差は¹³⁴Csが

$$(((0.592/0.973)^2+(0.165/2.47)^2)^{1/2}*0.0173)/0.0173= 0.187\%$$

¹³⁷Csが

$$(((2.44/4.82)^2+(0.765/12.0)^2)^{1/2}*0.167)/0.167= 0.130\%$$

4. 感想

今回の講習では、今まで行っていた測定の手順ひとつひとつの意味を理解することができるとても有意義なものになりました。特に、誤差に関しては注目してこなかったため、今までのデータを見直す良いきっかけになりました。また、私が行っている卒業研究の、ハエ目の測定についても貴重なアドバイスをいただきました。今後は測定時間を増やす事、自然計数(空チューブ)の測定を見直すことをして、より正確な測定にしていきたいと考えています。