

加速器質量分析法を用いた塩素 36 測定における 低バックグラウンド検出手法の開発

Development of low-background measuring methods of Chlorine-36

with accelerator mass spectrometry

筑波大 AMS グループ¹

○(M2) 落合悠太¹, 笹公和¹, 高橋努¹, 松村万寿美¹, 末木啓介¹

AMS Group, Univ. of Tsukuba.¹

○Yuta Ochiai¹, Kimikazu Sasa¹, Tsutomu Takahashi¹, Masumi Matsumura¹, Keisuke Sueki¹

E-mail: s1820202@s.tsukuba.ac.jp

^{36}Cl (半減期 30.1 万年) は宇宙線生成核種として知られており, 地球科学分野等で幅広く応用されている。 ^{36}Cl の測定は, 半減期が長く放射線計数法による測定が困難なため, 加速器質量分析法 (AMS) が主に用いられている。しかし, AMS では同重体 ^{36}S が妨害核種となり ^{36}Cl の高感度測定の妨げとなる。本研究では筑波大学 AMS システムでの ^{36}Cl 測定における ^{36}S の影響低減について, ^{36}Cl の最適な検出エネルギーおよび測定スペクトルの解析手法などを考察した。

筑波大学 AMS システムでは, 加速電圧 6.0 MV により, $^{36}\text{Cl}^{8+}$ を 54.0 MeV に加速して測定をおこなっている。ガス検出器内における ^{36}Cl と ^{36}S の損失エネルギー差を大きくして, 測定スペクトル上でそれぞれの核種を分離識別することができる。しかしながら, 加速器の荷電変換炭素フォイルでの荷電変換効率 ($^{36}\text{Cl} \rightarrow ^{36}\text{Cl}^{8+}$) が 8 % と悪く, 得られるカウント数の少なさが問題となっていた。そこで本研究では, 加速電圧 6.0 MV においてより荷電変換効率が高い 36.0 MeV ($^{36}\text{Cl}^{5+}$; 15 %, Ar ガス) や 48.0 MeV ($^{36}\text{Cl}^{7+}$; 12 %, 炭素フォイル) のエネルギーについて測定した (Fig. 1)。特に $^{36}\text{Cl}^{7+}$ の 48.0 MeV の場合は, 測定スペクトル上での分離度 M' (in ref. [1]) が 1.4 ch と, 54.0 MeV における 1.5 ch より劣るものの, 同程度のバックグラウンド同位体比を得ることができた。

また, 測定データの解析によって ^{36}S の影響を低減させる手法を開発した。文献 [1] では電離箱の dE3 スペクトル (in ref. [2]) を用いることでバックグラウンド $^{36}\text{Cl}/\text{Cl} < 3 \times 10^{-15}$ を達成している。本研究では, さらにゲート範囲の見直しや, 全粒子エネルギーデータの活用などを検討した。結果として, バックグラウンド $^{36}\text{Cl}/\text{Cl} < 4 \times 10^{-16}$ を得た。これまで分析が困難であった地下水のような $^{36}\text{Cl}/\text{Cl} \sim 10^{-15}$ 程度の試料についても, 本研究により測定が実施できる可能性がひらかれた。

[1] S. Hosoya et al., Nucl Instrum Meth B 439 (2019) 131-135. [2] S. Hosoya et al., Nucl Instrum Meth B 406 (2017) 268-271.

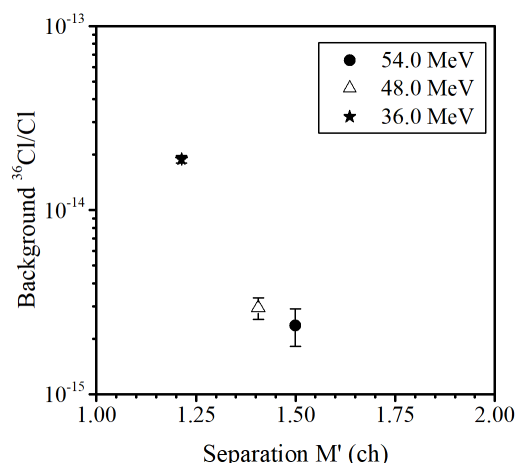


Fig. 1 Energy dependencies on background $^{36}\text{Cl}/\text{Cl}$ and Separation between ^{36}Cl and ^{36}S spectrums.