

機関番号：14602

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2008～2010

課題番号：20300294

研究課題名（和文） 琵琶湖周辺域における土砂供給源の時代変化：気候変化で土砂供給源地は変わるか？

研究課題名（英文） Change of sediment provenance around Lake Biwa, Western Japan: Did it occur along with Quaternary climate change?

研究代表者

高田将志（TAKADA MASASHI）

奈良女子大学・文学部・教授

研究者番号：60273827

研究成果の概要（和文）：琵琶湖 1400m ボーリングコア試料の ESR 信号強度は、周期的な環境変化の影響を受けてきた可能性がある。また ESR・TL 信号特性から、約 90 万年前の堆積層は、それより上位の試料に比べ、コア掘削地点北～東～南方に分布する基盤岩類や野洲川掃流物質の影響を強く受けていたように見える。当該試料の ^{10}Be 濃度もかなり異なる値を示し、これは、堆積物供給源の浸食・堆積環境が時系列的にかなり変化してきたことを示唆する。

研究成果の概要（英文）：ESR signal intensity from quartz included in the Lake Biwa 1400 meter sediment core seems to fluctuate periodically together with cyclic environment change. Characteristics of ESR and TL signal intensities suggest that the core sediments of ca. 900ka age seem to be supplied mainly from the bedrocks to the north, the east and the south of the core location and the Yasu River. Content of ^{10}Be in the sediments also suggests that environment of sediment provenance for the Lake Biwa 1400 meter sediment core had changed along with the geological sequence.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	4,700,000	1,410,000	6,110,000
2009 年度	3,100,000	930,000	4,030,000
2010 年度	3,000,000	900,000	3,900,000
年度			
年度			
総計	10,800,000	3,240,000	14,040,000

研究分野：自然地理学

科研費の分科・細目：地理学・地理学

キーワード：地形、第四紀、土砂供給、気候変化、琵琶湖、ESR、ルミネッセンス

1. 研究開始当初の背景

平野や台地・丘陵をつくる堆積物の供給起源地は、およそ明らかな場合もあるが、それを推定するのが難しい場合も少なくない。平野や台地・丘陵、大陸棚周辺などで比較的細粒な物質が堆積する所では、過去から現在までの堆積物試料が連続して採取できる場合があり、そのような試料の供給起源地がある程度特定できれば、山地の隆起・浸食過程や、環境変化に伴う碎屑物運搬プロセスの変化

などが解明できる可能性がある。

本研究の研究分担者・豊田は、ESR-E'信号に着目することで黄砂（レス）の供給起源地をある程度特定できることを明らかにした。これによれば、第四紀、第三紀、中・古生代、先カンブリア時代といった地質時代に対応した基盤岩石の識別が可能であることがわかっており、これを利用して氷期（海洋酸素同位体ステージ MIS-2）と後氷期（MIS-1）における黄砂飛来ルートの違いが

明らかにされている。

本研究の研究代表者・高田と豊田の所属する研究室では、上記の研究を踏まえながら、石英粒子のより詳細な供給起源地推定に向けた共同研究を行ってきた。その結果、琵琶湖周辺に分布する白亜系～古第三系花崗岩類から採取された石英粒子の ESR-Al・Ti 信号は、岩体ごとに有意に異なる値を取ることがわかってきた。また比較検討材料として伊豆諸島の第四系流紋岩から採取した石英粒子についても分析した結果、ESR-Al・Ti 信号を用いて異なる岩体毎の識別が可能との見通しが得られている。

一方、研究代表者の高田は、ESR 計測に加え、年代測定手法としてのルミネッセンス計測についても研究を進めてきた。ルミネッセンス年代測定法は、原理的に ESR 年代測定法と類似する部分があり、試料として石英が用いられる場合が多い点に共通点がある。研究代表者のこれまでの経験によれば、ルミネッセンス信号は試料毎にかなり異なる挙動を示すように見え、それを利用すれば、ESR 信号同様、母岩の識別ができる可能性がある。たとえば、火山岩由来の石英では赤色領域のルミネッセンスが卓越し、深成岩起源の石英では青色領域のルミネッセンスが卓越することなどが知られており、ルミネッセンスの波長と強度に着目して、母岩に固有な信号強度の指標化が図れれば、ESR 信号と同様に、堆積物の供給起源地を推定する指標となる可能性がある。ESR 信号の測定には石英試料を 50mg 程度以上集める必要があるが、相対的に感度に勝るルミネッセンス測定の場合、石英粒子 1 粒毎の測定も不可能ではない。したがって従来からの ESR 信号による識別に加え、ルミネッセンス信号からの情報も加味すれば、より詳細な堆積物の供給起源地推定が期待できる。

一方、最近の加速器質量分析装置の進歩により、宇宙線の照射によって鉱物中に生成される放射性核種の定量が可能となってきている。当初、機器の性能から宇宙線生成核種の定量が難しかった東京大学の加速器質量分析装置でも、1990 年代中頃以降、大幅な検出限界の改善が図られたため、この方法による露出年代の測定が可能になっている。また、年代だけではなく、たとえば $^{26}\text{Al}/^{10}\text{Be}$ など生成核種の量比をみることで、試料の露出・埋没過程に関する情報を得ることも可能になってきた。

2. 研究の目的

1 で述べた背景をふまえ、石英粒子の ESR・ルミネッセンス信号を利用した堆積物の供給起源地推定がどこまで可能かについて、琵琶湖とその周辺域を対象に検討する。そして宇宙線生成核種の分析と併せて、碎屑

物供給環境が時代的にどのように変化したかを明らかにする。

3. 研究の方法

本研究では、琵琶湖の周辺に分布する基盤岩や、琵琶湖に流入する河川の現河床堆積物から試料を採取し、石英を抽出した(図1、表1、表2)。また、琵琶湖底ボーリングの一つとして知られる『琵琶湖 1400m ボーリングコア』試料のうち、砂の粒度が卓越する約 90～40 万年前の層準から石英を抽出した(図2)。

試料から抽出した石英粒子の Al 中心信号、Ti-Li 中心信号、Ge 中心信号を、2.5kGy 吸収線量相当のガンマ線照射を行った場合と、400℃ 1 時間の熱リセットを行った上で同様のガンマ線照射を行った場合、との 2 通りの方法で測定した。E1' 中心信号の測定については、2.5kGy 吸収線量相当のガンマ線照射後に、300℃ (または 270℃) 15 分間の加熱を行い、信号強度が極大値を示す条件で測定した。また、未照射石英粒子試料について、高田 (2010) の方法に従い、110℃ルミネッセンス信号の感度変化特性の測定を行った (具体的な測定手順については、図3、4参照)。さらに、Kohl and Nishiizumi (1992) および村澤 (2006) の方法(図5)に基づいて、石英に付着しているメテオリック ^{10}Be ・ ^{26}Al の除去を行い、AMS 測定用試料を調整し、加速器質量分析 (AMS) 法を用いて石英中の ^{10}Be 、および ^{26}Al を定量した。

4. 研究成果

分析対象とした約 90～40 万年前の琵琶湖 1400m ボーリングコア試料中の石英粒子の ESR 信号は、400℃ 1 時間の熱リセット後にガンマ線照射を行った場合、Al 中心信号、Ti-Li 中心信号、Ge 中心信号が相対的に大きく、E1' 中心信号が相対的に小さな石英粒子を起源とするものと、その逆の ESR 信号特性を示す石英粒子が混合し、その混合割合が、ある振幅の中で周期的に変動しているかのような変化を示すように見える(図6)。今のところ砂サイズ試料の詳細な年代推定は行っていないが、このような変動パターンは、前期更新世～中期更新世の氷期・間氷期の気候変動パターンを想起させる。

一方、熱リセットを行わずに放射線照射した石英粒子についてみると(図7)、琵琶湖底ボーリング試料の Al 中心信号、Ti-Li 中心信号は、コア掘削地点西部に分布する比良花崗岩の影響を強く受けているように見える試料(たとえば琵琶湖 Bw01、Bw05、Bw09 試料)と、コア掘削地点の北～東～南～南西に分布する江若、貝月山、鈴鹿、信楽、比叡のいずれか、または、いずれか複数の花崗岩の影響を受けているように見える

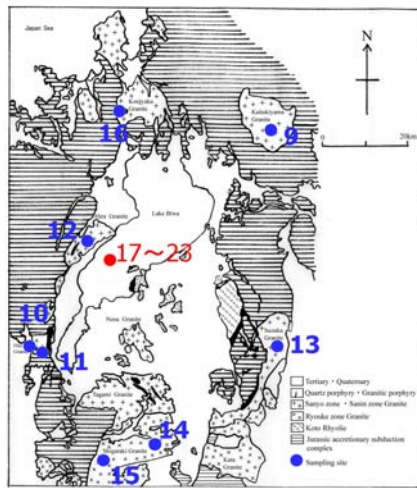


図1 研究対象地域
試料採取地点の番号は、表1に対応。

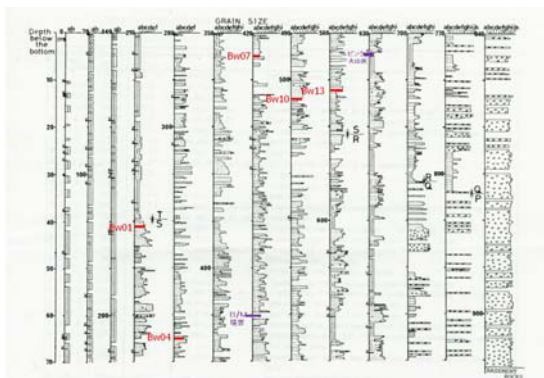


図2 琵琶湖1400mコアの層序と各種測定試料の採取層序
赤線：試料採取層序例（琵琶湖01、琵琶湖04、琵琶湖07、琵琶湖10、琵琶湖14）

表1 試料のESR 信号特性(信号強度は任意単位)

採取地域	試料番号	試料	粒径(mm)	ESR信号強度	Ai信号強度	Ti信号強度	Al ₂ O ₃ 信号強度比
神津島	1	観音溝	0.5~1.0	0.00	53.21	29.05	1.83
	2	走る間	0.5~1.0	0.00	21.73	10.96	1.98
	3	長浜	0.5~1.0	0.00	69.81	37.22	1.88
	4	松山鼻	0.5~1.0	0.00	52.99	28.04	1.89
	5	阿波の命山	0.5~1.0	0.00	80.64	45.75	1.76
	6	花立山	0.5~1.0	0.00	54.03	25.52	2.12
	7	神戸山	0.5~1.0	0.00	30.69	12.87	2.38
	8	天上山	0.5~1.0	0.00	50.76	23.05	2.20
琵琶湖周辺地域	9	貝月山花崗岩	0.5~1.0	28.13	91.50	39.69	2.31
	10	比叡花崗岩②	0.5~1.0	32.37	103.48	21.63	4.78
	11	比叡花崗岩①	0.5~1.0	38.71	71.90	13.44	5.35
	12	比良花崗岩	0.5~1.0	43.29	43.74	3.33	13.14
	13	鈴鹿花崗岩	0.5~1.0	54.57	117.74	16.78	7.02
	14	信楽花崗岩①	0.5~1.0	31.06	79.65	7.07	11.27
	15	信楽花崗岩②	0.5~1.0	26.66	30.76	2.80	10.99
	16	江岩花崗岩	0.5~1.0	40.57	51.53	5.72	9.01
琵琶湖1400mコア	17	琵琶湖O1	0.063~0.125	60.66	38.02	4.11	9.24
	18	琵琶湖O4	0.125~0.250	30.60	43.29	7.62	5.68
	19	琵琶湖O5	0.125~0.250	31.34	24.11	3.82	6.32
	20	琵琶湖O7	0.125~0.250	57.60	49.03	6.28	7.81
	21	琵琶湖O9	0.125~0.250	34.47	31.27	5.40	5.80
	22	琵琶湖10	0.125~0.252	52.25	44.99	3.34	13.48
	23	琵琶湖13	0.250~0.5	30.88	57.71	7.73	7.47

注1) 試料番号は図1に対応
 注2) 採取試料を熱リセットせずに放射線照射
 注3) 比較のため、神津島の流紋岩から採取された石英粒子に関するデータも示した。

表2 起源の異なる石英粒子の110°C TL 感度変化測定結果

試料番号	試料名	コア深さ(m)	S ₀ /S _n	S _q +b/S _q n
TL01	人工合成石英		106.43 ± 59.30	2.94 ± 0.88
TL02	アニール石英(比良花崗岩)		1.03 ± 0.03	1.29 ± 0.02
TL03	ブシム産原生石英		26.90 ± 5.90	1.34 ± 0.08
TL04	葛城山山麓土壌		0.96 ± 0.01	1.05 ± 0.04
TL05	朝日岳噴出物表面堆積物		507.70 ± 168.34	1.03 ± 0.03
TL06	川原中位段丘堆積物		1.21 ± 0.32	1.13 ± 0.11
TL07	チベット河床段丘堆積物01		6.51 ± 2.11	1.32 ± 0.07
TL08	チベット河床段丘堆積物02		10.11 ± 5.91	1.14 ± 0.03
TL09	志摩海成段丘堆積物01		10.13 ± 5.55	1.27 ± 0.02
TL10	志摩海成段丘堆積物02		27.80 ± 19.20	1.20 ± 0.09
TL11	志摩海成段丘堆積物03		3.28 ± 0.82	1.06 ± 0.01
9	貝月山花崗岩		0.90 ± 0.07	1.02
10	比叡花崗岩(巖間寺)		0.85 ± 0.04	1.04 ± 0.02
11	比叡山中町		0.55 ± 0.02	0.99 ± 0.01
12	比良花崗岩		0.68 ± 0.05	1.03 ± 0.02
13	鈴鹿花崗岩		0.77 ± 0.01	1.06 ± 0.02
17	琵琶湖コア01	251.35	5.56 ± 0.99	1.20 ± 0.03
18	琵琶湖コア04	345.75	3.52 ± 0.34	1.17 ± 0.04
19	琵琶湖コア05	369.95	5.82 ± 1.29	1.11 ± 0.04
20	琵琶湖コア07	425.45	6.57 ± 1.49	1.13 ± 0.03
21	琵琶湖コア09	476.45	3.36 ± 0.33	1.13 ± 0.01
22	琵琶湖コア10	504.45	4.35 ± 0.70	1.17 ± 0.06
23	琵琶湖コア13	572.36	18.42 ± 4.01	1.30 ± 0.02
24	狭川河床堆積物		8.66 ± 2.02	1.10 ± 0.01
25	天野川河床堆積物		4.67 ± 0.28	1.18 ± 0.06
26	知内川河床堆積物		7.75 ± 3.64	1.14 ± 0.03
27	安曇川河床堆積物		9.27 ± 4.95	1.16 ± 0.02
28	野洲川河床堆積物		41.60 ± 44.12	1.12 ± 0.01

注) 比較のため、本研究対象地域以外から採取された石英粒子に関するデータ(試料番号 TL01, TL02~05, TL07~11 も示した。)

- (1) 2°C/sの昇温速度で試料の50~150°C TLを測定し、110°C TL信号を消去。
- (2) 試料温度が50°C以下になったのを確認する。
- (3) 試料に0.2 Gy吸収線量相当のテスト・ドース(ベータ線)を照射。
- (4) 2°C/sの昇温速度で試料の50~150°C TLを測定し、110°C TL信号強度S₀を求める。
- (5) 10°C/sの昇温速度で試料をT_{act}Cまで加熱し、10秒間保持し、その後冷却。
- (6) 試料温度が50°C以下になったのを確認する。
- (7) 試料に0.2 Gy吸収線量相当のテスト・ドースを照射。
- (8) 2°C/sの昇温速度で試料の50~150°C TLを測定し、110°C TL信号強度S_nを求める。
- (9) 10°C/sの昇温速度で試料をT_{act}Cまで加熱し、10秒間保持し、その後冷却。
- (10) 試料温度が50°C以下になったのを確認する。
- (11) 付加β1・ドースとして、X Gy吸収線量相当を照射。
- (12) 2°C/sの昇温速度で試料の50~150°C TLを測定(S₀)。110°C TL信号を消去。
- (13) 試料温度が50°C以下になったのを確認する。
- (14) 試料に0.2 Gy吸収線量相当のテスト・ドースを照射。
- (15) 2°C/sの昇温速度で試料の50~150°C TLを測定し、110°C TL信号強度S_{qn}を求める。
- (16) 10°C/sの昇温速度で試料をT_{act}Cまで加熱し、10秒間保持し、その後冷却。
- (17) 試料温度が50°C以下になったのを確認する。
- (18) 試料に0.2 Gy吸収線量相当のテスト・ドースを照射。
- (19) 2°C/sの昇温速度で試料の50~150°C TLを測定し、110°C TL信号強度S_{qn+b}を求める。

図3 110°C 熱ルミネッセンス信号の感度変化測定の手順

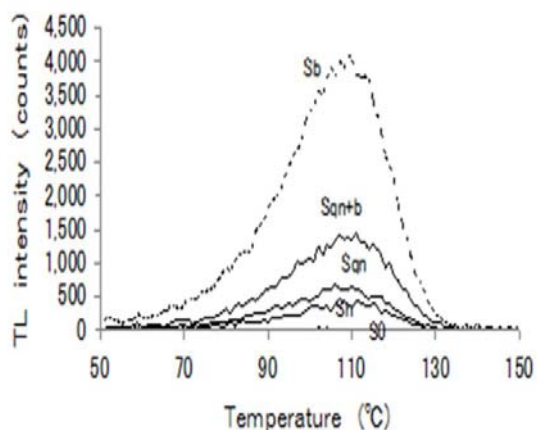


図4 人工合成石英の 110°C TL 信号と加熱による感度変化

S₀, S_n, S_b, S_{qn}, S_{qn+b}については、図3を参照。

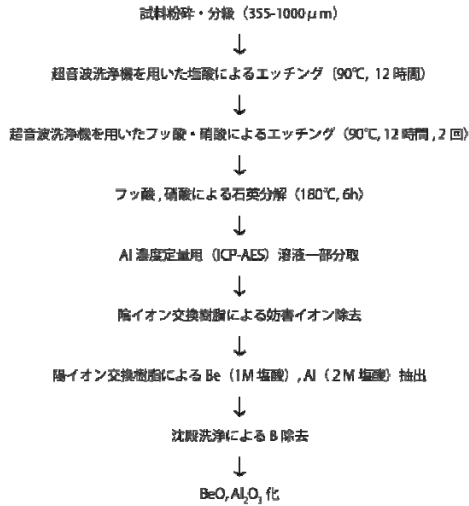


図5 本研究で用いた宇宙線生成核種の分析フローチャート (村澤, 2006)

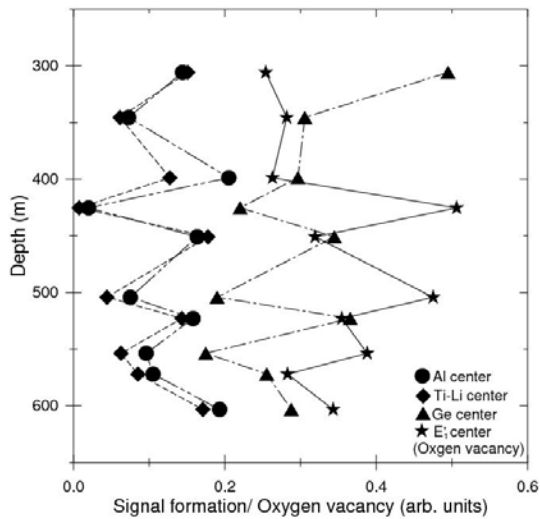


図6 琵琶湖1400mコア試料中石英粒子のESR信号特性

E1' 中心信号以外は、表1とは異なり、400°C 1時間のアニールによる信号リセット後、2.5kGyを照射した。

表3 琵琶湖堆積物中の石英粒子を用いた宇宙線生成核種 ^{10}Be 、 ^{26}Al の測定結果

試料名	コア深度 (m)	風化年代 (ka)	石英粒度 (μm)	Be/Al (=M ¹⁰)	Be/Al (=M ²⁶)	$\text{MBe}/\text{Al}_{\text{total}}/10^4$	$\text{MAl}/\text{Al}_{\text{total}}/10^4$	陽極酸化電子数 (cm^2/g)	陽極酸化電子数 (cm^2/g)
7	4212-4214	4.3	4.5	0.00284	0.0242	21	44	31	13.9
10	5012-5014	6.4	4.7	0.00285	0.0121	25	44	31	11.9
13	5722-5724	10.4	9	0.00287	0.0221	32	42	36	11.6

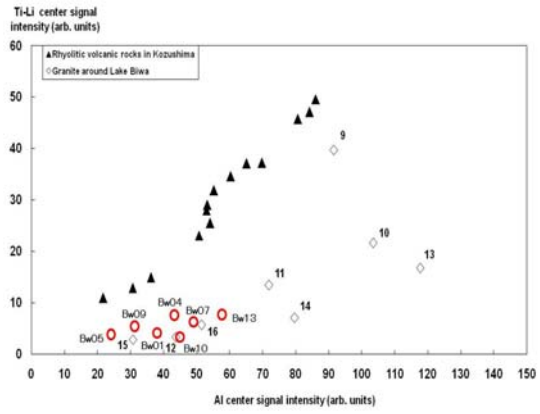


図7 Al 中心信号強度—Ti-Li 中心信号強度ダイアグラムで示した測定試料のESR信号特性

熱リセットを行わずに2.5kGy吸収線量相当の放射線を照射して測定。試料番号は表1と対応。

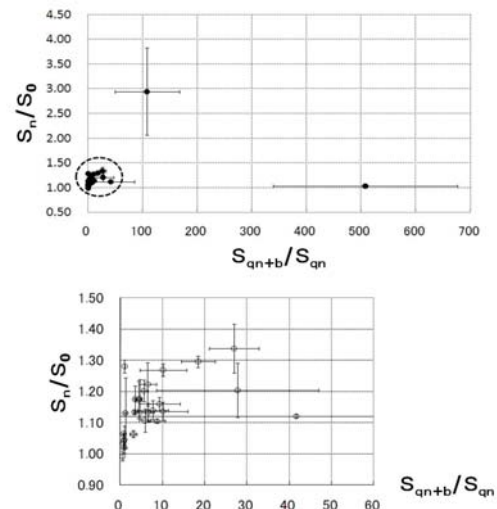


図8 起源の異なる石英粒子の110°CCTL感度変化特性
S0, Sn, Sqn, Sqn+bは、図3、4を参照。下段グラフは、上段グラフ中の破線円部分の拡大図。

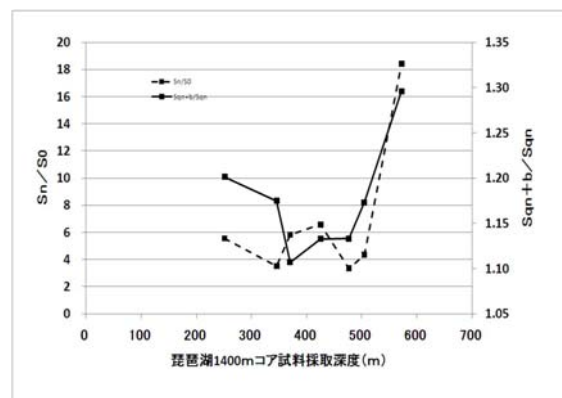


図9 琵琶湖1400mコア試料中石英粒子の110°CCTL感度変化特性

試料（たとえば琵琶湖 Bw 04、07、13 試料）とに区分できる。そしてこれらの信号強度はある程度周期的に増減を繰り返しているように見え、これについては、熱リセット後に放射線照射した石英粒子試料の ESR 信号に認められたのと同様、氷期・間氷期の気候変動のような環境変化に影響を受けている可能性を想起させる。

一方、110°C 熱ルミネッセンス (TL) 信号の感度変化特性に関しては、以下のようなことが明らかとなった。まず、起源の異なる石英粒子の 110°C TL 感度変化は、試料毎に有意な違いが認められ場合があることが分かった (図 8)。さらに、琵琶湖周辺に分布する基盤岩や琵琶湖に流入する主要河川の現河床堆積物、さらには琵琶湖 1400m ボーリングコア試料などに含まれる石英粒子の 110°C TL 感度変化についてみると、次のような特徴を読み取ることができる (表 2、図 9)。すなわち、最下部約 90 万年前の試料 (琵琶湖 (Bw) 13) とそれより上位の試料中に含まれる石英粒子の 110°C TL 信号の感度変化を比べると、前者がとくに大きな値を示す。研究対象地域に分布する石英粒子の 110°C TL 信号の感度変化に関する基礎的な情報がまだ十分に集め切れてはいないが、現時点では、これは、当時、最下部の試料がコア掘削地点の南方に位置する野洲川の運搬する掃流物質の影響を強く受けていたためではないかと予想している。

ESR や TL 信号の測定に加え、本研究では、石英粒子に含まれる宇宙線生成核種である ^{10}Be と ^{26}Al 濃度も測定した。石英粒子の堆積から AMS 測定までの時間経過によって ^{10}Be 、および ^{26}Al は減衰しているため、堆積時の原子数を ^{10}Be の半減期 $1.5 \times 10^6 \text{yr}$ 、 ^{26}Al の半減期 $7.1 \times 10^5 \text{yr}$ を用いて算出した。算出に用いた堆積年代は檀原ほか (2010) の編年に基づいてコア深度より算出した (表 3)。この結果を見ると、最下部の琵琶湖 (Bw) 13 試料は、堆積当時、他の層準よりも ^{10}Be 濃度が高かったことが示唆される。3 点の測定結果が出たのみに過ぎないため議論も予察的な域を出ないが、これは、石英粒子の供給源となる流域環境の変化によって引き起こされている可能性が考えられる。石英粒子の宇宙線生成核種 ^{10}Be 、 ^{26}Al の測定結果は、今後 ESR 分析等の結果と合わせて考察していくことで、流入河川の情報を復元するための新たな情報源として利用できる可能性がある。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 6 件)

① Banaerjee, D., Toyoda, S., Takada, M.

and Shimada, A., Component resolved optically stimulated luminescence investigations and age determination for a quartz sample from marine terrace sediments in Fukui region, central Japan., *Advances in ESR Applications*, 査読有, vol.27, 2011, 7-10.

② Miyahara, H., K. Kitazawa, K. Nagaya, Y. Yokoyama, H. Matsuzaki, K. Masuda, T. Nakamura, Y. Muraki, Is the Sun heading for another Maunder Minimum? -Precursors of the grand solar minima., *Journal of Cosmology*, 査読有, vol.8, 2010, 1970-1982.

③ Shiroya, K., Y. Yokoyama and H. Matsuzaki, Quantitative determination of long-term erosion rates of weathered granitic soil surfaces in western Abukuma, Japan using cosmogenic ^{10}Be and ^{26}Al depth profile, *Geochemical Journal*, 査読有, vol.44, 2010, e23-e27.

④ 高田将志、起源の異なる石英の 110°C 熱ルミネッセンス信号特性、奈良女子大学地理学・地域環境学研究報告、査読無、第 VII 号、2010 年、105-112.

⑤ H. Tissoux, Toyoda, S., Falgueres, C., Voinchet, P., Takada, M., Bahain, J.-J. and Despiege, J., ESR dating of sedimentary quartz from two Pleistocene deposits using Al and Ti-centers, *Geochronometria*, 査読有, vol.30, 2009, 23-31.

⑥ Shimada, A., Takada, M., Characteristics of Electron Spin Resonance (ESR) signals in quartz from igneous rock samples : a clue to sediment provenance, 人間文化研究科年報 (奈良女子大学大学院)、査読有、23 号、2009 年、187-195

[学会発表] (計 11 件)

① 高田将志、起源の異なる石英にみられる 110°C 熱ルミネッセンス信号の感度変化—堆積物の供給源推定に向けて—、第 27 回 ESR 応用計測研究会・2010 年度ルミネッセンス年代測定研究会、2011 年 3 月 3 日、海洋研究開発機構 (JAMSTEC 横浜研究所)

② Miyahara, H., Y. Yokoyama, Y. T. Yamaguchi, K. Sho and T. Nakatsuka, Influence of Cosmic rays on Climate Change, PMIP3 Workshop, 2010 年 12 月 6-10 日、京都

③ Miyahara, H., Y. Yokoyama, Y. T.

Yamaguchi, H. Matsuzaki and T. Nakatsuka, Variability of cosmic rays and its influence on climate change at the multi-decadal time scale, COSPAR meeting, 2010年7月18-25日、Bremen, Germany

④ Miyahara, H., Y. Yokoyama, Y. T. Yamaguchi, T. Nakatsuka, K. Horiuchi, S. Fallon and H. Matsuzak, Variability of solar activity and cosmic rays, and their influences on climate change, SCOSTEP STP-12 Symposium, 2010年7月12-16日、Berlin, Germany

⑤ 宮原ひろ子, 横山祐典, 山口保彦, 松崎浩之, 中塚武, 堀内一穂, Stewart Fallon、太陽活動と宇宙線変動が気候変動に果たす役割を探る-太陽活動、宇宙線変動、気候変動の復元のこれまでの成果と展望、CAWSES-II Kick-Off Symposium、2010年6月16日、京都大学宇治キャンパス

⑥ 宮原ひろ子, 横山祐典, 山口保彦, 中塚武、宇宙線変動に対する気候システムの応答、日本地球惑星科学連合2010年大会、2010年5月28日、幕張メッセ国際会議場

⑦ 高田将志、島田愛子、嘉味田裕樹、豊田新、竹村恵二、琵琶湖とその周辺域に分布する石英粒子のESR/TL信号特性、日本地球惑星科学連合2010年大会、2010年5月26日、幕張メッセ国際会議場

⑧ 高田将志、島田愛子、豊田新、竹村恵二、相馬秀廣、起源の異なる石英粒子のTL・ESR信号特性—土砂供給源の推定に向けた予察的研究—、日本地理学会2010年春季大会、2010年3月27-28日、法政大学(東京都千代田区)

⑨ TAKADA, M., SHIMADA, A., TOYODA, S., TAKEMURA, K. and SOHMA, H., Characteristics of ESR signals from quartz grains in and around Lake Biwa: Preliminary study on estimating provenance of sediment, Second Asia-Pacific Conference on Luminescence and Electron Spin Resonance Dating, 2009年11月12-15日、Physical Research Laboratory, Navrangpura, Ahmedabad 380 009, India

⑩ 高田将志、島田愛子、豊田新、竹村恵二、琵琶湖とその周辺域に分布する石英粒子のESR信号特性—後背地からの土砂供給動態の解明に向けた基礎研究—、日本第四紀学会2009年大会、2009年8月28日、滋賀県

立琵琶湖博物館

⑪ Takada, Masashi, Luminescence dating of Quaternary volcanic rocks using olivine. LED2008 (12th International Conference on Luminescence and Electron Spin Resonance Dating), 2008年9月18-22日、北京大学(中国)

〔図書〕(計1件)

① 横山祐典、古生物学事典第2版(分担執筆:”年代測定”, “放射性炭素年代値”)、朝倉書店、2010年、584.

〔その他〕

ホームページ

http://www.nara-wu.ac.jp/bungaku/sges/database/takada_01.html

6. 研究組織

(1) 研究代表者

高田 将志 (TAKADA MASASHI)

奈良女子大学・文学部・教授

研究者番号: 60273827

(2) 研究分担者

相馬 秀廣 (SOHMA HIDEHIRO)

奈良女子大学・文学部・教授

研究者番号: 90196999

豊田 新 (TOYODA SHIN)

岡山理科大学・理学部・教授

研究者番号: 40207650

竹村 恵二 (TAKEMURA KEIJI)

京都大学大学院・理学研究科・教授

研究者番号: 00201608

横山 祐典 (YOKOYAMA YUSUKE)

東京大学・海洋研究所・准教授

研究者番号: 10359648

(3) 連携研究者

なし