

河成段丘構成チャート礫の風化モデルとその編年学上の意義

2010年3月 自然環境学専攻 47-086617 木本健太郎
指導教員 教授 須貝俊彦

キーワード：更新世，古環境復元，礫の風化，段丘堆積物，比重，風化プロセス，チャート

1. はじめに

20世紀後半、多摩・千里・仙台西部・戸塚などの大都市近郊の大規模開発は、侵食（開析）が進んだ段丘～丘陵地形を人為によって平坦化することで行われてきた。ところが、丘陵地の宅地造成のための土地の改変により、地震被害が深刻になることも指摘されており（田村，1978）、丘陵地の開発に対して土地改変前の地形の状態（土地の安定性）が大きく影響していると考えられている。土地改変前の地形ができてから、地形がどの程度侵食を受け、構成物質の風化が進んでいるのかという地形の状態を知ることが必要である。

そこで、丘陵地の地形を作っている礫層に注目をした。礫層の絶対年代（ ^{14}C 年代など）を知ることが細粒層に比べて困難であることが多いが、礫の風化度を測定すれば相対年代を知ることができる。風化とは岩石が地表条件の下で、気圏、水圏あるいは生物圏の影響で変質していく現象である。年代が数万年オーダーの段丘礫を測定し、年代ごとに風化度を比較した研究例もある（栗山，2006）。これらは、砂岩、玄武岩及び安山岩の風化皮膜の厚さを使って相対年代を考えている。しかし、年代が数十万年オーダーの古い段丘礫は、内部まで腐りきった状態で、「クサリ礫」と呼ばれており、完全に内部まで風化しているため、年代がわからず、古い段丘礫を研究した事例は少ない。そこで本研究では、砂岩、玄武岩及び安山岩のような風化皮膜ができない（クサリ礫とならない）タイプの礫であるチャートに注目をし、比重や元素組成から風化プロセスを明らかにし、数十万年オーダーの相対年代について考察を行った。

2. 調査地

さまざまな時代の河成段丘が分布する濃尾平野東部の丘陵地域（庄内川流域）の中で、地質図により堆積物の時間軸が設定できる河成段丘を調査地とした。具体的には、庄内川現河床（現在）、鳥居松礫層（約2～4万年前）・熱田層基底礫層（約10～16万年前）・桃山礫層（約20～24万年前）・潮見坂礫層（約30～40万年前）・八事層（約60～80万年前）に相当する河岸段丘からチャートのサンプリングを各段丘20個ずつ行った。いずれのチャートも庄内川流域に堆積していることから、母岩のチャートは同一として考えた。

3. 方法

本研究では、地形図・地質図を用いた地形面区分と段丘礫（チャート）の物理的及び化学的分析を行い、各パラメータの相関関係、年代に伴う時間変化を統計的検定で解析した。具体的には、地形分類図の作成・礫径測定・比重測定・色相計測・走査型X線分析顕微鏡（SXAM；XGT-5000V）による断面のマッピングと画像線分析・WD-XRF（ZSX Primus II，RIGAKU）による全岩組成分析を行った。

4. 結果と考察

チャート礫は年代が古くなる（風化継続時間が長くなる）につれて比重が小さくなる（図 1）。元素組成では、年代が古くなるほど二酸化ケイ素（ SiO_2 ）の割合が下がり、酸化アルミニウム（ Al_2O_3 ）と酸化鉄（ Fe_2O_3 ）の割合が上がっていることが示された。走査型X線分析顕微鏡による分析より、節理の部分から SiO_2 が溶脱し、 Al_2O_3 と Fe_2O_3 が沈着した可能性が高いと考えられる（図 2）。また、比重と二酸化ケイ素の間には非常に高い正の相関（ $r=0.96$ ）が認められ、1%の有意水準で有意であることがわかった。このことは、比重が減少した原因は主に二酸化ケイ素の溶脱である可能性が高いことを示唆している。

また、二酸化ケイ素と比重の減少の様子は直線的ではなく、減衰曲線で近似でき、風化の初期に大きく減少し、風化の後期になると変化が小さいことが示唆された。風化の初期に一気に風化が進行していると考えられる。

本研究では、チャート中の SiO_2 含有率の年代別変化の様子から、近似式を出し、チャートによる相対年代推定法を提案した。チャートを用いれば、数十万年オーダーまで年代の相対比較ができる。母岩が同一であることと、5 個以上のサンプルの平均値で議論するという条件において、他の地域でも応用ができるであろう。また、本研究では礫種をチャートに絞って研究を行ったが、本研究で得た知見を応用し、その他の礫種に関しても、比重・元素組成・色相などと組み合わせた風化の研究が必要と考えられる。

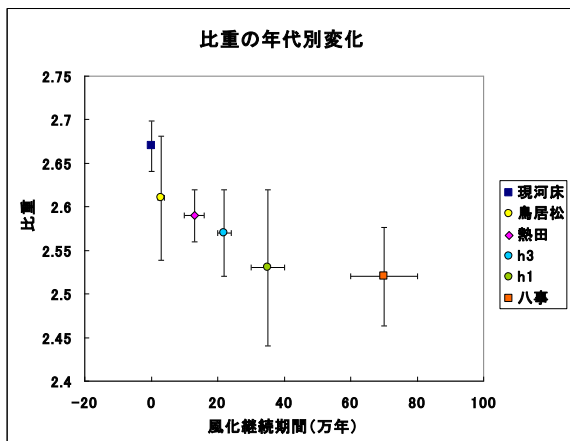


図 1：比重の年代別変化

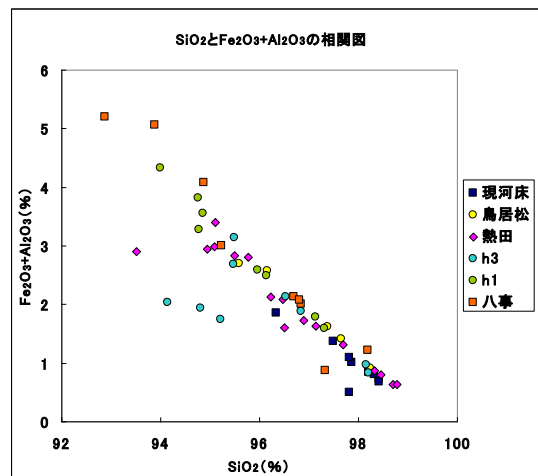


図 2： SiO_2 と $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{Al}_2\text{O}_3$ の相関図

Weathering model of fluvial chert gravels and its chronological implications

Mar.2010, Department of Natural Environmental Studies. 086617, Kentaro KIMOTO

Supervisor : Professor, Toshihiko SUGAI

Keywords : Pleistocene , Reconstructing paleoenvironment , weathering of gravel , terrace deposit, specific gravity , process of weathering , chert

1. Introduction

Because lots of cities and industry have developed on alluvial fans and river terraces composed of fluvial gravels, it is important to know the ages and forming processes of alluvial fans and river terraces for sustainable land use and prevention from natural disasters. We paid attention to weathering of fluvial gravels in river terrace deposit. We measured rock properties of chert gravels obtained from series of fluvial terrace deposits with different ages, and compared them in order to model the long-term weathering processes. By the analysis of changes in rock properties of gravels, it is possible to know the duration of weathering, that is the age of terraces.

2. Study area

Study area is the eastern edge of the Nobi plain where series of fluvial terraces formed in middle of late Pleistocene are well developed.

Gravels were sampled from terrace deposits different ages of sedimentation, 700 ka (Yagoto) , 300~400 ka (Shiomisaka), 200~240 ka(Momoyama), 100~160 ka(Atuta), 20~40 ka(Toriimatu) and 0 ka (Shonai river beds). Because all chert gravels are sampled in Shonai river basin , it is thought that all chert gravels have sama base rock.

3. Method

By annual photo interpretation and field observation, five terrace levels were identified. We added the present river-bed gravels of the Syonai River to the five terrace gravels above. Gravels split up into 6 groups of over 10 gravels for analysis.

We made physical and chemical determination for gravels of 6 group. Grain size, specific gravity and gravel's color were examined at all group. We used scanning-type X-ray microscope(SXAM)XGT-5000 and WD-XRF(ZSX Primus II, RIGAKU) to know behavior of elements(SiO_2 , Al_2O_3 and Fe_2O_3).

4. Results and Discussion

From the analysis of chert gravels in 6 groups , it was found out that specific gravity and $\text{SiO}_2(\%)$ decrease as gravels get older. The appearance of a decrease in SiO_2 and the specific gravity can be approximated in an attenuation curve. This indicates that gravels weather at a fast speed in the first stage.

Strong positive correlation in the relation between SiO_2 and the specific gravity

suggests that SiO₂ is the most likely cause of decrease of specific gravity and that decrease of specific gravity is caused by SiO₂ leaching.

Furthermore, it was found out that Al₂O₃(%) and Fe₂O₃(%) increase as gravels get older, suggesting the deposition of Al₂O₃ and Fe₂O₃.

From the result of XGT-5000, it was cleared that leaching of SiO₂ and deposition of Al₂O₃ and Fe₂O₃ took place around joint.

5. Problem and view

This study focused on the chart gravel, and demonstrated over 700 ka change of its chemical composition and physical property by weathering.

Chart gravels have great possibility relative dating of Quaternary fluvial landforms.

The weathering research of the combination with the specific gravity, the elementary composition and hue is necessary for other kinds of gravel.

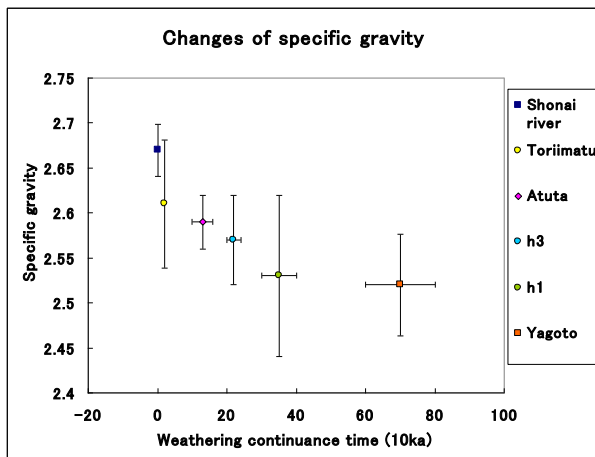


Fig 1: Changes of specific gravity

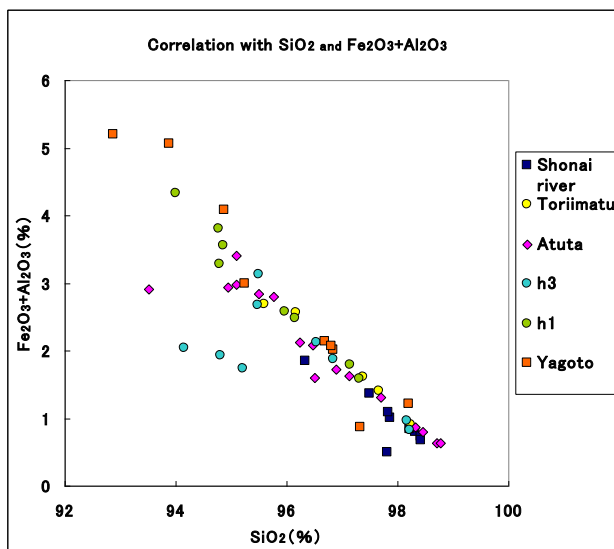


Fig2 : Correlation with SiO₂ and Fe₂O₃+Al₂O₃