

平成 30 年度修士論文

久慈川上流部棚倉付近における

第四紀後期の河成段丘と河川争奪について

Late Quaternary fluvial terraces and piracy in the Tanagura area,
along the upper reach of Kuji River, NE Japan

首都大学東京大学院 都市環境科学研究科
地理環境科学域

17841404 加藤佑一

指導教授：鈴木毅彦

要旨

久慈川流域と阿武隈川流域はお互いの上流部である福島県の棚倉付近において接しており、この地域において、久慈川水系による阿武隈川水系の争奪を示唆する地形が存在している。このような指摘はこれまでも行われてきたが、争奪の年代について詳しく明らかにされてはいなかった。この河川争奪部およびその周辺には河成段丘が広がっており、段丘編年の確立により、争奪の年代を知ることができると考えられる。そこで、本研究では棚倉付近の河成段丘を編年し、河川争奪の年代を求めることを目的とする。

まず段丘区分図および縦断面図を作成し、その上で野外調査を行った。現地では、露頭探査を行い、露頭が不十分な場合には打ち込み式オーガーによる簡易的なボーリング調査も行った。野外調査の結果を基に各々の段丘面毎に被覆テフラや構成層を検討し、各段丘面を編年した。

本研究で取り上げる久慈川水系による阿武隈川水系の河川争奪は主に 3 つある。これらは、2 つの期間に分けて争奪されたとされており、本研究では、先の期間に争奪されたものについて古上台川、後の期間に争奪されたものについて古向原川、古下羽原川と名付けた。

対象地域の河成段丘は、阿武隈川水系に形成時の侵食基準面を持つ、社川高位面(YH)、社川中位 1 面(YM1)、社川中位 2 面(YM2)と、久慈川水系側に形成時の侵食基準面を持つと考えられる、久慈川高位 0 面(KH0)、久慈川高位 1 面(KH1)、久慈川高位 2 面(KH2)、久慈川中位 0 面(KM0)、久慈川中位 1 面(KM1)、久慈川中位 2 面(KM2)、久慈川低位 0 面(KM0)、久慈川低位 1 面(KM1)、久慈川低位 2 面(KM2)に区分した。

KM1 面は構成層層厚 2 m、被覆層層厚 3 m 程度の段丘で始良丹沢テフラ(AT:30 ka)に覆われている。被覆層は AT 直下よりフラッドロームとなる。したがって離水年代は 30 ka より少し前である。

KM2 面は構成層層厚が 4 m 前後で顕著なロームによる被覆は認められない段丘である。この面は山地の谷筋の出口付近に多く、礫径も大きく淘汰も良くないので、氷期に形成され、その後侵食されてできたできた段丘であると考えられる。AT より新しい氷期の段丘となる

と、その離水年代は 20～15 ka であると考えられる。

KL1 面は、被覆層は載らず、構成層は亜円礫で層厚が 1～2 m である。詳しい年代を推定する試料はないが、段丘面上に縄文晩期の遺跡を載せ、KM 面群より低い段丘であるからその離水は 15 ka から 2 ka よりは新しいと考えられる。

YH 面は古上台川が形成しその後争奪された。被覆層層厚約 8 m、構成層層厚約 4m の段丘であり、被覆層と構成層境界の 1～2 m 上に那須白河テフラ 6～12(Ns-Sr6～12:150～200 ka)のいずれかの 2 枚が観察された。よって離水年代は 200～150 ka である。

YM2 面は古向原川、古下羽原川が形成し、その後争奪された。構成層層厚が 2～3m であり、被覆層は多くとも 1m 以下である段丘である。KM2 面と地形的・地質的特徴が似ていることから、KM2 面と同時代の段丘であり、久慈川水系による争奪後に段丘化したと考えると離水年代は 20～15ka ごろかそのやや後である。

以上から、各々の争奪の年代を推定する。古上台川が形成した YH 面はその離水年代が MIS6 末期である。一方、古上台川が形成した YH 面は温暖期に形成されるであろう明瞭な開析谷を持たない。よって、MIS5e までに上流部を久慈川水系に奪取されたものと考えられ、その争奪は 200～125 ka 頃と推定される。古向原川、古下羽原川は、YM2 面形成以降、KL1 面形成までに争奪されたと考えられる。すなわち争奪の年代は、20 ka～2 ka 頃と推定される。これらの争奪の要因に、久慈川水系の侵食基準面が低いこと、また、いずれも氷期ないし氷期から温暖期にかけての期間に発生していることから気候変動が挙げられる。

争奪の年代より、争奪前の地形から現地形までの侵食速度を求めることができる。ここでは、試算的に古上台川の争奪後からの侵食量を求めた。結果は、42.0～102.0 m/10 万年となり、これは先行研究でまとめられている段丘面からみた各河川の侵食速度とおおよそ似た値を示し、求めた争奪の年代が大きく間違ったものではないことを示す。

久慈川の中・下流域の段丘と本研究を比較すると、本研究における KM 面群は、中・下流域における低位面に対比される可能性が高く、KH 面群は中・下流域の中位段丘に対比される可能性が高い。この点は今後の課題である。

**Late Quaternary fluvial terraces and piracy in the Tanagura area,
along the upper reach of Kuji River, NE Japan**

17841404 Yuichi KATO

Summary

In the Tanagura area, the upper reaches of Kuji River and the Yashiro River (a tributary of the Abukuma River), both river basins are in contact with each other. In this area, landforms showing piracy by the Kuji River exist. Previous studies have also suggested the occurrence of capturing. However, ages of piracy have not been determined. For determining of piracy, ages of terraces are established in Tanakura area.

To establish the development history of landform, we divided terrace surfaces and illustrated longitudinal profile of riverbed and terraces. Also, in this study field survey was conducted for outcrop observation and boring exploration using auger. Also, tephra samples were analyzed. Based on these results, ages of each terrace are estimated.

Fluvial terraces in study area is classified into Yashiro River High terrace(YH), Yashiro River Middle 1 terrace(YM1), Yashiro River Middle 2 terrace(YM2) which have base level of the Abukuma River, and Kuji River High 0 terrace(KH0), Kuji River High 1 terrace(KH1), Kuji River High 2 terrace(KH2), Kuji River Middle 0 terrace(KM0), Kuji River Middle 1 terrace(KM1), Kuji River Middle 2 terrace(KM2), Kuji River Low 0 terrace(KL0), Kuji River Low 1 terrace(KL1) and Kuji River Low 2 terrace(KL2) which have base level of the Kuji River. YH and YM2 include characteristic topographies that indicate piracy.

KM1 consists of terrace sediment that thickness is 2m and covered layer that's 3m height. Covered layer include AT tephra (30 ka), just above flood loam. So KM1's forming age is shortly before 30 ka. In descending, YH and YM2 are characterized by landforms indicating piracy. KM1 consists of terrace sediment with a thickness of 2 m with tephric loess of 3 m in the thickness. This tephric loess includes AT tephra (30 ka), just above flood loam. Consequently, it is concluded that KM1 was formed at shortly before 30ka.

KM2 consists of terrace sediment with a thickness of ca 4m. tephric loess or sediment was not recognized. Terraces identified as KM2 are broadly distributed in transitional zone from mountain to major valleys, terrace gravels of KM2 are coarser and are not well sorted. This suggests KM2 gravel have been deposited under the glacial. Because glacial stage after the deposition of AT is only MIS2, KM2 gravel have been deposited in 15–20 ka.

KL1 consists of terrace sediment consisted subrounded gravels with a thickness of 1–2 m. There is no loam layer on this gravel. KL1 where the Yayoi Period site situated on is younger than KM2. This shows that KL1 was emerged at 15 ka to 2 ka.

YH consists of terrace sediment with a thickness of 8 m and it is covered by tephric loess of

4m in thickness. This tephric loess includes two scoria tephra deposits possibly correlated Ns-Sr tephras (120–200 ka). Considering its thickness and tephrostratigraphy previously reported, they are estimated to be one of Ns-Sr6(150ka) to Ns-Sr12(200ka). Considering the age of YH, that is 150–200 ka.

YM2 consists of terrace sediment with a thickness of 2–3 m. Tephric loess or this sediment was not recognized. There is noting of tephric loess or at most 1m. Geology and landform of YM2 is similar to those of KM2. This show that bout terraces have been formed simultaneously. Considering the emergence of YM2 with piracy by Kuji River basin, the age of YM2 is around 20–15 ka.

YH might have dissected valley made in interglacial epoch, but there is no valley. This suggests piracy by the Kuji River occurred in MIS6 to MIS5e : 200 - 125ka. YM2 is captured by Kuji River basin. Kuji River's tributarie's profile continu to KL1. So that piracy probably occurred in 20-2ka. Both piracies were occurred in transitional climatic condition that is glacial stage to interglacial stage. So these piracies may be influenced by climate change.

Erosion rate of KH valley captured the Kuji River is estimated. The result is 42.0 m/0.1My–102.0 m/0.1My. That rate is similar to erosion rates estimated in other rivers from fluvial terraces. Considering from that rate, KH valley's piracy age is presumed to be correct.

Comparing terrace development in the upper reach of the Kuji River with middle and lower Kuji River, KM1 is likely to be correlated with lower terrace in middle and lower Kuji Rive, and KHs is likely to be correlated with middle terrace in middle and lower. These correlation should be confirmed in future study.

目次

I. はじめに	p.1
II. 地域概要と先行研究	p.2
1. 地質概要	p.2
1)地質の概要	p.2
2)当地域に存在する可能性を持つテフラ	p.4
2.地形の概要と先行研究	p.4
1)久慈川中・下流の河成段丘段丘	p.4
2)阿武隈川水系社川の地形	p.5
3)対象地域における先行研究	p.6
III. 研究手法	p.8
1.地形区分図と縦断面図の作成	p.8
2.露頭並びにオーガー調査とテフラ分析	p.9
3.測量	p.10
IV. 結果	p.11
1.地形区分	p.11
2.現地調査ならびに室内分析	p.12
1)社川高位面(YH)	p.13
2)社川中位 2 面(YM2)	p.14
3)久慈川中位 1 面(KM1)	p.14
4)久慈川中位 2 面(KM2)	p.16
5)久慈川低位 1 面(KL1)	p. 16
V 考察	p,17
1.各段丘面の離水年代について	p,17

1) 社川高位面(YH)	p.17
2) 社川中位 2 面(YM2)	p.18
3)久慈川中位 1 面(KM1)	p.19
4)久慈川中位 2 面(KM2)	p.20
5)久慈川低位 1 面(KL1)	p.20
2.河川争奪の年代と要因について	p.20
1)河川争奪の年代について	p.20
2)河川争奪の要因について	p.21
3.侵食速度について	p.23
4.久慈川中・下流部と上流部の段丘対比について	p.24
VIまとめと今後の課題	p.25
謝辞	p.27
参考文献	p.27

図表目次

図

- 図.1 対象地域概観
- 図.2 対象地域の大まかな地質区分
- 図.3 東棚倉層群と板橋層群の関係
- 図.4 社川上流部での阿武隈川水系の河川争奪
- 図.5 棚倉付近における水系の変遷
- 図.6 中村(1982)による棚倉付近の地形区分
- 図.7 争奪前の推定流路
- 図.8a 対象地域北部の地形区分と露頭、オーガー位置
- 図.8b 対象地域南部の地形区分と露頭、オーガー位置
- 図.9 久慈川の河床、段丘縦断面図
- 図.10 社川中位 2 面の縦断面図
- 図.11a 1124 A 1 B (社川高位面)上部 3m の結果
- 図.11b 1124 A 1 B (社川高位面)下部 3m の結果
- 図.12 赤館城跡(社川高位面)の概略図
- 図.13 上台(社川高位面)の概略図
- 図.14 0812②(久慈川中位 1 面)
- 図.15 1107P2B (久慈川中位 1 面)
- 図.16 下町(久慈川中位 1 面)
- 図.17 1107 P 1 B (久慈川中位 1 面)
- 図.18 0818② (久慈川中位 2 面)
- 図.19 1109A1B(久慈川中位 2 面)
- 図.20 1013P2 (久慈川低位 1 面)

図.21 1013P3 (久慈川低位 1 面)

図.22 各段丘の総合柱状図

図.23 社川上流での社川高位面の分布

図.24 久慈川水系と阿武隈川水系の河床縦断形の違い

図.25a 社川高位面の争奪(争奪前)

図.25b 社川高位面の争奪(争奪時)

図.25c 社川高位面の争奪(争奪後)

図.26 侵食体積の推定方法

表

表.1 対象地域での存在が想定されるテフラとその年代一覧

表.2 先行研究との段丘対応表

表.3 段丘面編年一覧

表.4 争奪年代一覧

表.5 河川による下刻速度一覧

表.6a ①勾配 9%とした場合の推定侵食速度

表.6b ②勾配 11.2%とした場合の推定侵食速度

I. はじめに

久慈川流域と阿武隈川流域はお互いの上流部である福島県棚倉付近において接している(図.1). この流域が接する部分において、久慈川水系が阿武隈川水系を争奪しているような地形がある. 例えば、棚倉町市街地北部、上台付近では、阿武隈川水系社川に沿う河成段丘が久慈川水系によって争奪されているような地形が存在する. この地域の地形について古くから(例えば、稲見, 1951)河川争奪があることが指摘されてきた. 小池(1972)では、地形、地質学的な調査より、久慈川水系が阿武隈水系を争奪したとしている. しかしながら、いずれにしても、対象地域での河川争奪の原因は明らかではない. また、争奪の原因の考察に必要となるであろう各地形の編年についても十分であるとは言えない状況である.

そこで、本研究では、段丘とそれを覆うテフラを用いて、阿武隈川水系と久慈川水系との分水界付近の段丘の形成年代を詳しく調べ、阿武隈川水系と久慈川水系の河川争奪がいつ発生し、いつ現在のような流域配置となったかを明らかにすることを目的とする.

一方、本研究の社会的意義と地形学的意義を以下に述べる. 日本列島は「アジア大陸と太平洋の間の活発的な大陸周辺部(海陸境界部)に位置し、大起伏山地が発達し、地震・火山活動や地殻変動が活発な変動帯に属している.」(米倉他編, 2001). この日本の地殻変動を知ることは、日本列島の発達過程を知るなど自然科学的に有意義である. また、日本列島の持続可能な社会の発展のためにも必要な基礎的な資料でありえ、社会的意義も大きいと考える.

隆起量、特にここ数万年～数十万年の隆起量については、海成段丘や河成段丘から求められる. 海岸部の隆起量については、「海成段丘アトラス」(小池・町田編, 2001)が作成されるなど、海成段丘よりある程度明らかにされてる. しかしながら、内陸部の隆起量については、地形的な証拠も少なくあまり明らかにされていない. そのような中、内陸部の隆起量を求める地形学的方法として、吉山・柳田(1995)では、河成段丘の形成に気候変動と海水準変動が関わるという点に着目し、その手法をまとめている. 吉山・柳田(1995)を用いた内陸部の隆起量の検討のためには、より信頼性の高い河成段丘の編年を行う必要があるが、幡谷(2006)

ではより信頼性の高い河成段丘の編年のためには、1つの河川を河口から最上流部まで系統的に調べることが望ましいと指摘している。

ここで、本研究で対象にしている久慈川の段丘地形を見てみると、その流域の河口から最上流部まで一部顕著ではない地域もあるものの、ほぼ全区間にわたって段丘が発達している。しかしながら、久慈川という1つの河川として段丘地形を考察した研究は無い。特に上流部における久慈川の河成段丘の研究は多くなく、その最たるものが小池(1972)であるが、この論文もいわゆる一般的な河成段丘の研究論文として、特に編年に関して今日的視点から見れば不十分である。ここにおいて、本研究で久慈川上流部の河成段丘を改めて検討することで、中・下流部とのつながりを考察し、久慈川という1河川系の段丘形成を考察する一助となると考える。

以上まとめると、本研究の目的は、福島県棚倉付近における各段丘面を火山灰層序学・編年学的に明らかにし、この河川争奪にはっきりとした年代観を与えることである。またその派生として、内陸部隆起量推定には欠かせない1河川系での河成段丘の考察に関する知見を与えうる研究である。

上述の研究目的ゆえ、研究対象地域は久慈川上流部棚倉町付近から久慈川が棚倉破碎帯内を流下し、棚倉破碎帯を外れ狭窄部に入手前の矢祭町東館付近までとした。ただし、段丘区分のための写真判読に関しては、先行研究との対比を確認するため、大子付近まで行った。

Ⅱ. 地域概要と先行研究

1. 地質概要

1) 地質の概要

本研究の対象地域は西側の八溝山地と東側の阿武隈山地に挟まれた相対的な低地帯に立地している(図.2)。

西側の八溝山地は地帯構造区分としては足尾帯に属する。久保ほか(2007)によると、足尾帯は三畳紀〜ジュラ紀にかけて海洋地殻上に堆積した遠洋性〜陸源性堆積物が中期〜後期ジュラ紀の沈み込み作用によって形成された付加複合体であり、砂岩、泥岩、チャートを主体とする。

東側は阿武隈山地であり、地質的には阿武隈帯に属する。久保ほか(2007)によると、阿武隈帯は主に前期白亜紀の花崗岩類からなり、それに先行する堆積岩・変成岩・斑レイ岩・火山岩類等からなる。

足尾帯と阿武隈帯の間は棚倉破碎帯である。久保ほか(2007)によると棚倉破碎帯には足尾帯と阿武隈帯に由来する岩石が多数の断層に分断され混在し、それらは変成作用を受けている。棚倉破碎帯は新第三紀に沈降場となり、それを埋めるような陸成ないし海成の堆積物が棚倉破碎帯周辺に分布しており(高橋・林, 2008)、これらは古い順に西棚倉層群、東棚倉層群である。東棚倉層群の上位に板橋層群が載っている。なお対象地域では、久慈川はおおよそ棚倉破碎帯に沿うような流路を取っている。

板橋層群は棚倉地域における矢吹丘陵を形成する地質であり、下位から仏坂礫層、仁公儀凝灰岩層、板橋砂礫層からなる(小池, 1972)(図.3)。仏坂礫層は、基盤層(東棚倉層群)の上位の矢吹丘陵を形成する基底礫層として基盤層を不整合に覆い、その層厚は 30m 強で礫の最大粒径 30cm 程度であり、走向は N60° -70° E, 傾斜は NWN 〜 10° である(小池, 1972)。その礫種組成に変成岩類は見当たらず、足尾帯に分布する黒色頁岩や硬砂岩が主となる(Iwasaki, 1963, 1970)。礫の給源について仏坂礫層自体の走向、傾斜から考えれば阿武隈山地方面から運搬されたと考えられるが、礫種より仏坂礫層の礫は八溝山地から供給されたと推定されている(小池, 1972)。

仁公儀凝灰岩層は仏坂礫層の上位にほぼ整合に堆積し丘陵背面を形成している。小池ほか編(2005)によると、丘陵背面は貝塩上宝テフラ(KMT:0.60〜0.62 Ma(町田・新井, 2003))に覆われている。仁公儀凝灰岩層自体は凝灰質の砂層であり、明瞭なクロスラミナ、数層の亜炭層、白河火砕流由来の溶結凝灰岩礫を含むため、非溶結部の多い天栄火砕流の二次堆積

物が湖沼ないし河川に堆積したものと推定している。

板橋砂礫層は社川沿いで矢吹層をわずかに不整合に覆う砂礫層であり、丘陵背面を形成している。

2) 当地域に存在する可能性を持つテフラ

当地域に存在する可能性を持つ第四紀後期テフラとその年代、推定層厚についてまとめた(表.1)。推定層厚は、主に、山元(2012)の等層厚線図を読み取りまとめた。ただし、広域テフラは町田・新井(2003)を、那須白河テフラ群は鈴木(1992)を参照した。

本研究により、対象地域で見出すことのできたテフラは、始良丹沢テフラ(AT:30 ka(Smith et. al., 2013))、大山倉吉テフラ(DKP:60 ka(Albert et. al., 2018))、御岳第 1 テフラ(On-Pm1:100 ka(下岡ほか, 2009))、那須白河テフラ群(Ns-Sr 群:140-200 ka, (山元, 1999))である。

2. 地形の概要と先行研究

対象地域は久慈川水系と阿武隈川水系の分水界にあたり、久慈川は東館付近まで棚倉破砕帯内を南下したのち、足尾帯の山間地域を南流し関東平野の北東部へ出た後流れを東にかえ太平洋へ注ぐ。一方社川は対象地域より北流し、阿武隈川と合流したのち阿武隈川として太平洋へ注ぐ(図.1)。

1) 久慈川中・下流の河成段丘

久慈川中・下流域での段丘地形の研究や報告は、町田(1963)や早川ほか(1983)、鈴木(2001a)等がある。久慈川中・下流流域での河成段丘は大まかに最高位面、高位面、中位面、低位面の 4 つに分けられている。

最高位面(早川ほか(1983)の上位段丘面 1 に相当)は、早川ほか(1983)によると開析の進んだ河成段丘で礫層層厚が 5 m を超えるとあり、坂本・宇野沢(1976)では礫層層厚は 15～

20 m であるとしている。確かな証拠はないものの、鈴木(2001a)では、MIS7 前後の相対的高海面期に形成されたものと推測している。

高位面(早川ほか(1983)の上位段丘面 2 に相当)は、早川ほか(1983)によると礫層層厚が 5 m 程からなる段丘面で、被覆層は層厚 5 m 程である。鈴木(2001)では、構成層が Miwa-U に覆われていると報告され、地形的にも那珂台地面(MIS5e(鈴木, 2001b))に連続するため、MIS5e の時期に形成された面であるといえる。

中位面(早川ほか(1983)の中位段丘面群に相当)は、早川ほか(1983)によると 3 面に細分できるとしており、中位 1 面が久慈川流域で最も普遍的にみられる段丘面であり、これに対し、中位 2 面、中位 3 面は断片的な分布を示し、中位 1 面を急激に掘りこむような縦断面形を描く。中位 1 面の礫層の厚さは所により 20m に達するところもある(早川ほか, 1983)。また、中位面群は全て那珂台地軽石以降のローム層に覆われている。この那珂台地軽石は、赤城水沼第 1 テフラ(Ag-MzP1:ca 60 ka(鈴木, 1990 および Albert et. al., 2018))に対比される(貝塚ほか編, 2000)。

低位面(早川ほか(1983)の下位段丘面群に相当)は、早川ほか(1983)によると少なくとも 5 面に細分され、いずれの面も沖積面と交差するとされ、地形より低位 2 面以下の段丘面は低位 1 面の段丘面を下刻したものとしている。低位 1 面は赤城鹿沼テフラ(Ag-KP(44 ka))以上のローム層に覆われる(早川ほか, 1983)。低位 2 面、低位 3 面は Ag-KP(44 ka)を含まない層厚 50~80cm のローム層に覆われ、低位 2 面では AT(30 ka)が確認されている(早川ほか, 1983)。

2)阿武隈川水系社川の地形

白河から石川にかけての阿武隈川水系は西北西-東南東方向に丘陵内に数本の谷を発達させており、これらは阿武隈川の旧流路であると考えられる(小池ほか編, 2005)(図.4)。社川も現阿武隈川本流に争奪された川であり、最終間氷期ごろまでは阿武隈川の本流であった(小池ほか編, 2005)。また、社川沿いには段丘が発達し、小池(1965)で皮籠段丘とされている。

る。

皮籠段丘の編年について直接的に言及された研究は見当たらないものの、鈴木(1992)では皮籠段丘の段丘構成層の上数十 cm に折口原テフラ(OrP : 150ka)が載るという記載があり、また、小池ほか編(2005)でも飯縄上層 a(Iz-Kta : 140ka)以上が載る段丘として記述されている。このことより、皮籠段丘は 150ka(MIS6)頃離水した段丘面であると考えられる。

3)対象地域における先行研究

本地域の地形発達に関する先行研究として、小池(1972)や中村(1982)がある。

小池(1972)では、本地域の地形を古い順から矢吹丘陵、上台段丘、浅川原段丘(社川沿い)、棚倉段丘(久慈川沿い)に分けており、棚倉段丘はさらに上位段丘と下位段丘の 2 段に分かれるとしている(図.5)。

矢吹丘陵は棚倉付近の久慈川左岸側に存在し、板橋層群で構成される丘陵である。なお、丘陵の基底礫層である板橋層群仏坂礫層は先述の通り八溝山地の側から供給されたと考えられている。

上台段丘は社川に沿う段丘であり、久慈川水系に争奪された地形を示す。小池(1972)によると、上台段丘は、仁公儀凝灰岩層を不整合に覆う 5m 前後の段丘礫層とその上位を覆う 5m ほどの被覆層で構成されている。礫は阿武隈系の礫種に比べ八溝系の頁岩砂岩が多く(小池, 1972), 「imbrication も S→N 方向を示し、現在の地形面の傾斜方向と一致している」(小池, 1972)とある。なお、ここでの"imbrication"がどの傾斜のことを指すのか不明で、著者自らは上台段丘に相当する段丘礫層のインブリケーションを確認できていないので分からないが、文脈上インブリケーションによって示される古流行が S→N 方向であることを示しているものと考えられる。小池(1972)では、小池(1965)の皮籠段丘に対比している。皮籠段丘に対比されるとすると、その離水年代は上記より 150ka 頃と考えられるが、上台段丘の離水年代を直接調べた研究は無い。

浅川原段丘、棚倉段丘は、現河床とほぼ平行な縦断形で、浅川原段丘は社川、棚倉段丘は

久慈川に沿う段丘である。棚倉段丘は上位段丘と下位段丘に細分されている(小池, 1972)。いずれも「水成のローム」に覆われている(小池, 1972)。ここでいう「水成のローム」が何を指すかは明確ではないものの、おそらくフラッドロームのことを指しているのものと考えられる。浅川原段丘、棚倉段丘は、小池(1972)では白河段丘(小池, 1965)に対比されている。白河段丘は小池ほか編(2005)によると、始良丹沢テフラ(AT:30ka)を載せず、浅間板鼻黄色テフラ(As-YP:17ka(山元, 2012))を載せるとされ、その離水年代は 20ka 頃と考えられる。しかしながら、浅川原、棚倉段丘の年代を直接求めた研究は無い。

以上のことより小池(1972)では、本地域における水系は、仏坂礫層堆積中(矢吹丘陵形成中)には八溝山地側から現久慈川を越えて社川方面へ流出していたが、その後久慈川との分水界が北上し、現在のような流域配置になったとし、上台段丘自体はその上流が争奪前の阿武隈川水系時に形成されたものであるもので、現在の形となったのは、上台段丘形成後から浅川原、棚倉段丘形成前であるとしている。

中村(1982)では、本地域の河川争奪に関連して、その地形を、山地・丘陵地、台地、古棚倉盆地床、棚倉上位面、棚倉中位面、棚倉下位面、瀬ヶ野上位面、瀬ヶ野下位面、扇状地に分類した(図.6)。そのうえで、古棚倉盆地の推定、上台段丘形成後の久慈川水系の争奪より若干遅れて久慈川水系大竹川や根子屋川(本研究では逆川と記述、以降逆川と記述する)が阿武隈川水系を争奪したこと、阿武隈川水系社川に向かい扇状地を形成する谷で上流を久慈川水系に争奪された谷はいずれも開析を受けていないことを述べている。

古棚倉盆地について、中村(1982)では、棚倉市街地とその東側の丘陵地帯(小池(1972)の矢吹丘陵)との間に標高 300~290m の段丘状緩斜面があり、「厚さ 2.5 m、径 3~5 cm の細礫や、偽礫を伴う砂層などの互層」(中村, 1982)から構成されているとし、久慈川水系による上台段丘形成谷の争奪後、この付近に静水状態に近い堆積盆地が作られたことによってできたものであると推定されている(中村, 1982)。

久慈川水系大竹川並びに逆川による阿武隈川水系の争奪について、中村(1982)では、大竹川沿い、並びに逆川沿いに存在する瀬ヶ野下位面は社川へ扇状地面として続き、この扇状地

面は河川争奪に特徴的な風隙地形を示すとしている。ところで、この扇状地面は社川の側方侵食による低い崖を持つが、これは扇状地形成中にその上流域を久慈川水系に奪われ砂礫の供給が中断されたためと推定している(中村, 1982)。また、このような争奪が発生した時期について、中村(1982)では、「古棚倉盆地の盆地床を示す緩斜面は、久慈川支流根古谷川(筆者注、本研究の逆川)と大竹川沿いの2段の段丘面よりもはるかに高位にあり」、久慈川水系による上台の台地(小池(1972)における上台段丘)形成谷が争奪されて以降に形成された古棚倉盆地は、坂川、大竹川沿いの2段の段丘よりも古い時代に形成されたもので、したがって、棚倉付近の河川争奪の時期は新(大竹川、逆川による争奪)と旧(上台の台地形成谷の争奪)2つの時期に分けられると指摘している。

さらに中村(1982)では、社川右岸側に存在する八溝山地からの扇状地について、上流で久慈川水系による争奪を受けていないものは扇状地が開析されている一方、上流が久慈川水系に争奪されているものはいずれも開析を受けていないと指摘している。また、このことより、中村(1982)では「新しい」時期の争奪は扇状地の開析期、完新世の前であることを指摘している。

以上まとめると、かつて久慈川水系と阿武隈川水系の分水界は現在よりも南側に存在していたが、それが北上してきた。棚倉付近では、現在のような流域配置になる前に、上台での争奪と大竹川および逆川による争奪の2時期に争奪があったと考えられ、後者の争奪はその扇状地面が開析されていないことから、完新世より前らしいと考えられている。

なお、本論文は、棚倉付近の流域配置が現在のようなものとなった年代の鍵となる段丘の形成年代を、それらの段丘を火山灰層序学の知見を用い直接調査、編年し、段丘発達と感染争奪を考察しようとするものである。

Ⅲ. 研究手法

1. 地形区分図と縦断面図の作成

地形区分図の作成は、空中写真の判読並びに DEM 立体視によって行った。

空中写真は、「地図・空中写真閲覧サービス」にて公開されている国土地理院の空中写真より「ステレオフォトメーカー」にてアナグリフ化し立体視した。DEM は、「基盤地図情報サイト」にて公開されている国土地理院の 5m メッシュの DEM を用い、後藤・田中(2011)に基づき、「Simple DEM Viewer」を用いてアナグリフ化し立体視した。

また、後述する現地調査より段丘区分を確定させたのち、各段丘の縦断面図を作成した。縦断面図は、国土地理院の 5mDEM を基に作成した。作成手順としては縦断面投影線(図.1 の赤線)に対し、一定間隔で直交する線を作成し、そこにその直交線においての河川の高さや段丘面の侵食された崖側における高さをその距離における標高として描いた。縦断面投影線に直交する線の間隔は久慈川の東館以南(図.1)、逆川の谷、大竹川の谷(図.10)においては 500 m を基本とし、段丘がうまく反映されない場合、反映されるように直交線を増設して対応した。久慈川の東館以北の区間では直交線は 100 m で設定し、見やすいように現河床のみ 500 m 間隔で描いた。

なお、久慈川中・下流部との連続性を確かめるために、地形分類図の作成並びに縦断面図は、中・下流部の研究のある大子付近まで行った。東館付近より下流側の段丘については、写真と DEM の立体視からのみ段丘区分をしており、現地には赴いていない。

2. 露頭並びにオーガー調査とテフラ分析

火山灰層序学・編年学の知見を用い、対象地域の段丘の編年を行うために現地調査を行った。現地調査手法は、地形区分図を基に現地で露頭探索を行った。露頭の情報で不足する分については、叩込式オーガーによる簡易的な掘削調査を行った。

対象地域においては、過去数万年間に年代をもつ、肉眼でも容易に認定できるテフラを見つけないと予想された。そこで、露頭やオーガーから認定できるテフラを探ることと並行して、ローム層に混ざる火山ガラスや重鉱物を指標にテフラを見出す方法をとることとした。

露頭では、露頭の記載をしたのち、必要があればテフラ採取を行い、また、ローム層が観察できる場所では露頭の高さより 10 cm ずつに区切りそれぞれを採取した。叩込式オーガーでは、記載の後掘り出されたオーガーのコアを基本的に 10 cm ずつに区切りそれぞれを採取した。なお、オーガー試料は落ち込みや欠落、採土部を全て打ち込むことができなかったことにより、必ずしも 10 cm 区切りでサンプル採取できていない部分もある。

採取した試料は、それぞれ挽がけをした後に超音波洗浄器にて洗浄し、洗浄後乾燥させ、実体顕微鏡にて粒子の観察を行った。

ハンドオーガーによる試料 1124A1B と 1107P2B については、採取した試料すべてについて、各深さの試料に対する粒径別の重さ単位での割合と 1/4~1/16 mm での火山ガラス並びに主な鉱物の組成を調べ、ガラスの割合が高い試料ではガラスの屈折率測定を行った。粒径は、1/4 mm より大きい粒径のものと 1/4~1/16 mm の粒径のものに分けた。これは粒子中に含まれる火山ガラスを見やすくするためである。

粒径別重量割合は、試料の含砂率を知る目的で求めた。求め方は、洗浄前に洗浄する試料を乾燥させ重量を測り、洗浄後 1/4 mm より大きい粒径のものと 1/4~1/16 mm の粒径のもののそれぞれ乾燥重量を測った。洗浄前の全重量から洗浄後の各粒径の重量の合計を差し引いたものを 1/16 mm 以下の粒径の重量とした。これらの値に基づき粒径別重量割合を算出した。

鉱物組成は、1/4~1/16 mm の試料を実体顕微鏡にて観察し、試料 200 粒子あたりの火山ガラス、単斜輝石、斜方輝石、角閃石、カミングトン閃石、黒雲母、石英、その他の粒子の個数を数え、その割合を算出した。

ガラスの屈折率測定は京都フィッシュントラック製の RIMS2000 を利用した。

3. 測量

地層の地表面からの層厚を求めるため、赤館城跡、上台、下町にて比高の水準測量を行った。赤館城跡、上台ではレーザー距離計レーザーテクノロジー製 トゥルーパルス 360 を用

いた。下町では標尺とハンドレベルを用いた。

IV. 結果

1. 地形区分

本地域に存在し、久慈川水系によって争奪されたと考えられる河川について本研究では、古上台川、古向原川、古下羽原川と称す(図.7)。これらの河川は中村(1982)の争奪の2つの時期に当てはめると、古上台川が古い時期に当たり、古向原川と古下羽原川が新しい時期に当たる。

本地域に発達する段丘の分類を行った(図.8a,b)。まず、阿武隈川水系に侵食基準面を持つ段丘面と久慈川水系に侵食基準面を持つ段丘に2分した。阿武隈川水系に侵食基準面を持つ段丘は高位から社川高位面(YH)、社川中位1面(YM1)、社川中位2面(YM2)に分類した。久慈川水系に侵食基準面を持つ段丘は高位から久慈川高位0面(KH0)、久慈川高位1面(KH1)、久慈川高位2面(KH2)、久慈川中位0面(KM0)、久慈川中位1面(KM1)、久慈川中位2面(KM2)、久慈川低位0面(KL0)、久慈川低位1面(KL1)、久慈川低位2面(KL2)に区分した。

各段丘の先行研究との対応は、YH面が小池(1972)の上台段丘、中村(1982)の台地に相当し、YM1面が中村(1982)の瀬ヶ野上位面にYM2面が中村(1982)の瀬ヶ野下位面および扇状地に相当する。KM面群は中村(1982)の棚倉上位面に、KM0,1面は小池(1972)の棚倉上位段丘に、KL面群は中村(1982)の棚倉中位面に、KM2面およびKL面群は、小池(1972)の棚倉下位段丘に相当する(表.2)。なお、本研究の判読では、古棚倉盆地床に対応する地形面を分類することはできなかった。

これらの段丘のうち、古上台川によって形成されたものはYH面で、古向原川や古下羽原川などによって形成されたものはYM面群である。

YH面は棚倉町市街地の北部、上台に分布する。久慈川水系によって棚倉市街地よりも南

西側が奪われたような地形をしており、小池(1972)によれば、地質的にも、社川高位面の上流側となる南西側が争奪されたと考えられる。

YM 面群は棚倉町の市街地より北西側、逆川の谷と大竹川の谷にいくつか見られる。中村(1982)でも述べられているが、YM 1 面は現在は久慈川水系中に分布し、その縦断面形を見ると社川流域に滑らかに続くように分布する(図.8)。これは、YM 1 面形成以降、久慈川水系に争奪され顕著に段丘化したことを示唆する。

KH 面群は主に塙町以南に所々存在する。分布が少なく、対象地域内でのそれぞれの対比は不明である。KH 0 面は、久慈川上流部大岩平付近に存在する面で(図.1)、現河床との比高が約 110 m に達する。YH 面との距離と比高を考えると、YH 面と KH 0 面との勾配は約 11 % になり、上台での YH 面の勾配が約 9 % に近く調和的であり、KH 0 面が YH 面に対比される可能性もある。

KM 面群は KM 0 面、KM 1 面、KM 2 面の 3 つに細分した。KM 面群は、棚倉町市街地以南に広く発達しており、逆に久慈川の最上流部ではあまり見られない。KM 0 面は分布は広くないものの棚倉町市街地の西側と塙町、東館付近に見られる。KM 1 面は中位段丘の中では広く分布している段丘面である。KM 2 面は塙町付近以南にて、山地の出口に張り付くように分布している面である。

KL 面群は KL 0 面、KL 1 面、KL 2 面に細分した。棚倉町大宮以北によく発達する段丘である。KL 1 面が低位段丘のなかで最も多く存在する。

これらをもとに縦断面図を作成した(図.9)。

2. 現地調査ならびに室内分析

現地調査並びに室内分析の結果を記す。

なお、KH 面群と KM 0 面、KL 0 面と KL 2 面に関しては、顕著な地質情報を得ることができていないので、今後の課題としたい。

1) 社川高位面(YH)

・ 1124A1B(オーガー)(図.11a,b)

棚倉町上台の YH 面の平坦面が最もよく残されていると思われる場所で叩き込み式オーガーの調査を行った。本来であれば 5.0 m まで掘れるオーガーであるが、掘削途中でオーガーを抜くのが困難になりそうな場面があり、そこで 8 cm 分掘り損ねた。そのため、深度 4.92 m 掘り掘削を終了した。最下部はローム層であり、段丘礫層には到達していない。

深度 0.3 m まで黒ボク土が存在し、深度 0.3 m 以深よりローム層となった。黒ボク土直下の深度 0.4～深度 1.0 m 付近にかけてバブルウォール型のガラスが多くみられ、屈折率測定の結果はおおよそ 1.500 付近を示すのでこの深度に AT(30 ka)の層準があると判断できる。

深度 1.7～1.8 m には DKP(60 ka)の特徴とよく似た斜方輝石がみられ、この付近に DKP の降下層準があるものと思われる。

深度 3.7～3.8 m 付近では軽石ファイバー型の火山ガラスが多く含まれ、屈折率測定の結果は 1.501 付近を示した。屈折率や層準並びに火山ガラスの形態的に On-Pm1(100ka)であると判断され、その層準があるものと判断される。

・ 赤館城跡(図.12)

赤館城跡の園地の道路沿いにまばらに露頭が露出してる。露頭では、段丘礫層と基盤岩の境界、各々層厚 10 cm 程度のスコリアが 2 枚観察できた。

ここでは被覆層と構成層の境界を求めるためにオーガーを用いた。また、レーザー距離計を用い各露頭と段丘面の比高を求めた。

オーガーは段丘面より深度 6.7 m までのローム層を人工的に取り除き整地したと思われる平坦面上で行った。2.3 m 掘ったところで打ち込めなくなり、また、引き抜く際オーガーの先端部が礫のようなものとこすれるような音を確認した。このため、このオーガーは礫層まで掘ったと考える。オーガーの深度 1.7 m 付近(段丘地表面下 8.4 m)からロームに中礫が混ざり、細礫が入る層を確認した。また、オーガー深度 2.2 m 付近(段丘地表面下 8.9 m)からはシルト～粘土質となり、その直下は欠落していた。欠落はオーガーでは採取しにくい粘

土分の少ない砂礫層と考えられ、礫層まで到達していることを支持するものである。

測定の結果について、段丘面から露頭でよく観察できるスコリア層まで 7.1 m、礫層・基盤境界まで 12.1 m であった。

詳しくは後述するが、このスコリア層は Ns-Sr 群(140-200 ka)のいずれかであると考えられる。オーガー掘削の結果と測定の結果を合わせると、この地点の YH 面はローム層厚が 8m 程で、礫層厚が 4 m 程である。

・上台付近(図.13)

上台から久慈川の谷にある棚倉市街地へ下る廃道沿いに、ローム層・段丘礫層境界、段丘礫層、段丘礫層下位の基盤岩が観察できる。

ここでは、レーザー距離計を用い各露頭の段丘面からの比高を求めた。結果、被覆層・構成層境界は段丘面より 7.9 m 下であり、13.6 m まで下ると基盤岩が露出した。このことより、ローム層厚は約 8 m、段丘礫層厚は少なくとも 5.7 m よりは薄い。

以上の結果をまとめると、YH 面は構成層層厚 4m、被覆層層厚 8m で Ns-Sr 群(140-200 ka)のいずれか以上に覆われている段丘である。

2)社川中位 2 面(YM2)

1123A1(露頭)にて、段丘面から 1m 下程度に層厚 2～3m で基盤に載る淘汰の悪い亜角礫からなる層を確認している。

また、中村(1982)では本研究で YM2 面に対比される面に対し、基盤を不整合に覆う 2m 弱の砂礫層がのり、礫は若干扁平な亜円礫で淘汰は悪いとしている。

従って、YM2 面は礫層層厚が 2～3m 程度。ロームの載らないもしくは載るとしても 1m 以下の段丘である。

3)久慈川中位 1 面(KM1)

・ 0812②(露頭)(図.14)

基盤岩，段丘礫，ローム層の重なりを示す典型的な河成段丘の露頭が観察できた。

段丘礫層の層厚は2mほどで，その発達が良いところでは礫径10～15cm 台の亜円礫が主体であった。ローム層厚は1mくらいであった。肉眼で確認できるテフラは見られず，ロームの部分の礫層境界から10 cm 毎に礫境界上70 cm までサンプリングしたが，火山ガラスは検出されなかった。

・1107P2B(オーガー)(図.15)

0812②露頭より北東方向に100 m 程離れた，段丘面の地形がよく残されている場所で掘削を行った。

深度2.96 m まで掘り，打ち込みにくくなったため終了した。最後にオーガーを引く抜く際，オーガーと礫がこすれるような音を確認しており，ローム層を掘り抜き，礫層に到達したと考えられる。

黒ボク土直下の深度0.6～0.7 m でバブルウォール型の火山ガラスが多くなる。火山ガラスの屈折率測定の結果は，1.499 となりAT(30ka)の層準であると判断される。

・下町(露頭)(図.16)

棚倉町の市街地の道路脇にある露頭。基盤と礫層の境界を確認できた。礫は亜円礫で，最大粒径は20 cm 程度であった。

礫・基盤境界から段丘面までの比高を標尺とハンドレベルを用い測量したところ，4.5 m であった。これは0812②露頭の観察結果や1107P2B の観察結果による礫層2 m 程度，被覆層3 m 程度の合計に調和的であり，この地点でも上記結果と同じような地質が続いているものと思われる。

・1107P1B(オーガー)(図.17)

塙町より南側にあるKM1 面で，段丘面としては平坦面がよく残っている中央部よりやや外れた段丘崖に近い場所で掘削した。深度1.5 m から礫交じりのローム層が見られはじめ，深度2 m 以下では打ち込んでも多くのサンプルがオーガーから欠落するようになり，これ以上打ち込んでも確実なサンプルの採取は困難であり，また，目的とするローム層

から段丘構成層へと移行していると判断し、深度 2.5 m 掘削した時点で掘削を終了した。

深度 1.5 m 付近まで粘土質であり、1107P2B(KM 1 面)と比較するとローム層層厚がやや薄い、掘削場所が平坦面の卓越する段丘中央部ではなく、段丘崖近くで面が段丘崖に向けやや傾斜している場所であったことを考慮すると、被覆層層厚は 2～3m 程度になると考えられる。

以上の結果をまとめると、KM1 面は構成層層厚 2m、被覆層層厚 3m 程度で AT(30ka)以上には確実に覆われている段丘である。

4)久慈川中位 2 面(KM2)

・ 0818②(露頭)(図.18)

段丘構成層である礫層と砂層を観察することができる高さ 3m 程の露頭である。横方向への連続性は確認できていないもののその下位には基盤岩がみられる。露頭上部には 1m 程砂層や砂混じり礫層が堆積している。その下部に層厚 2m 程の礫層が存在しており、その層相は最大粒径 50 cm 程度の礫が入る亜角礫で淘汰はあまりよくない。

・ 1109A1B(オーガー)(図.19)

KM 2 面として平坦面が発達する場所を選びオーガーで 1.5 m 掘った。落ち込みが多くなったことより 1.5 m 掘った時点で掘削を終了した。全層にわたってロームのようなものは見られず、砂礫が主体であった。

以上の結果をまとめると、KM2 面は構成層層厚 4m 前後、被覆するローム層はほとんど存在しない段丘である。

5)久慈川低位 1 面(KL1)

・ 1013P2(露頭)(図.20)

基盤とその上位に礫層が観察された。礫層層厚は 1.2 m ほどで、最大粒径は 25 cm ほど、亜円礫でマトリックスはほとんど無かった。ローム層は載っていない。

・ 1013P3(露頭)(図.21)

基盤の上位に礫層が観察された。礫層層厚は 2m ほどで、最大粒径は 10 cm ほど、マトリックスは中～粗砂であった。ロームは載っていない。

以上の結果をまとめると、KL1 面は構成層層厚 1～2m 程度、被覆層は載せない段丘である。

これらの結果を総合し、本研究で調査した各段丘の総合柱状図を作成した(図.22)。

V. 考察

1. 各段丘面の離水年代について

現地調査の結果並びにテフラの室内分析基の結果を基に、各段丘面の離水年代を考察する。なお、十分な地質情報を得られていない YM1 面と KH 面群、KM0 面、KL0 面、KL2 面の具体的な離水年代は不明である。

1) 社川高位面(YH)

i. 対象地域におけるローム堆積速度について

1124A1B(図.11a,b)では AT(30 ka)と On-Pm1(100ka)の降灰層準が判明している。そこでこれら 2 枚より、対象地域のローム堆積速度を求めらる。

AT は上下 50 cm 程度にわたって散っており、どの深度で基準をとってよいか明確には分らないが、ここでは仮に真ん中付近の深度 0.7 m とする。On-Pm1 は深度 3.75 m とする。両者の間は 3.05 m であり、その間の期間は 70 ky である。以上より導き出されるローム堆積速度は AT 以降約 On-Pm1 までは、約 0.44 m/10ky となる。

ii. 赤館城跡で見られたスコリア層について

対象地域に存在する可能性のあるスコリア層は日光満美穴テフラ(Nk-MA:100 ka(山元, 2012))と Ns-Sr 群(140-200ka)である。

Nk-MA(100ka)は On-Pm1(100ka)のすぐ下位に見られる(例えば山元, 2012). また, 赤館城跡で見られたスコリア層は層厚 10 cm 程度のものが少なくとも 2 層あることが観察できた. 想定される Nk-MA の層厚は数 cm 程度であり, また, 一続きでなく複数枚重なるということも考えにくい. 本層は上位にあるスコリア層では段丘面より 6.1 m ほど下, AT より 5.4 m 下にあり, 上述のローム堆積速度を考慮すると, その年代は約 153 ka となる. 下位にあるスコリア層についても同様に考えると段丘面下 7.2 m, AT より 6.5 m 下となり年代は約 178 ka となる. 以上のことから, 赤館城跡で見られたスコリア層は Ns-Sr 群(140-200 ka)のいずれかであると考えられる. どれに対応するかを記載岩石学的に判断するのは困難であるが, 鈴木(1992)の等層厚線図と赤館城跡での層厚を比較すると, Ns-Sr6~12 のいずれかではないかと考える.

iii. 社川高位面(YH)の離水年代について

上記のローム堆積速度からローム層厚の層厚 8m, AT 以下 7.3m として計算するとその離水年代は約 196ka となる. 赤館城跡で見られたスコリア層は Ns-Sr6~12 に対比され, その年代は 150~200 ka であると考えられる. よって YH 面の離水年代は 150~200 ka であると推測する. MIS6 の最盛期ないし, 間氷期から氷期最盛期へ移行する途中の時代であると考えられる.

2) 社川中位 2 面(YM2)

YM2 面は棚倉市街地北西部 2~4 km に多く存在し, その多くが久慈川の争奪によって顕著に段丘化した様相を示している. 中村(1982)で指摘されている通り, 現在は多くは久慈川水系の地域に分布しているものの, 縦断形的には現社川流域へ滑らかに続き, 現社川流域では現河床との比高が低い段丘ないし, 扇状地状の地形へと続く. つまり, 久慈川水系に争奪される以前に社川への堆積物供給は行われていたと考えられる.

離水年代を考察する前に, KM2 面と YM2 面の調査結果を比較する(図.22). まず, どちらも被覆するロームが無い. また, 構成層の層厚はやや異なるものの, 層相はどちらも淘汰

は良くなく、亜角礫が入る砂礫層であり特徴がよく似ている。このような特徴の砂礫層は、平時の本流性河川的作用でできたものとは考えにくい。地形的にも、どちらも山地から谷の平坦地へ変わる場所に分布し、扇状地状の地形を形成する(図.8a,b)。これらのことから、YM2 面と KM2 面は同時代に形成されたものであり、その年代は、ローム層が載らずテフラもないため詳しいことを直接知ることは不可能であるが、KM2 面は AT(30 ka)を載せる KM1 面より低位にあることを考慮すると、最終氷期に、山地からの旺盛な岩屑供給で形成された支流性の段丘地形であると考えられる。

それゆえ YM2 面の地形形成年代は 20~15 ka であり、その後久慈川水系による争奪によって顕著に段丘化したものであると考えられる。

3) 久慈川中位 1 面(KM1)

1107P2B(KM1 面)(図.11a,b)と 1124A1B(YH 面)(図.15)のローム試料の粒径別重量割合を比較すると、KM1 面では深度 1.0 m 付近から 1/16 mm 以下の粒子の割合が 8 割前後になりそれ以深も 1/16 mm 粒子の割合が低下していくことが読み取れる。一方、ローム層が確かに存在している YH 面では、1/16 mm 以下の粒子の割合が 8 割まで下がることはあまりない。同じく、鉱物組成の割合を比べても、YH 面ではカウントした鉱物の割合は 3 割前後で推移し、2 割を割ることはほぼ無いが、KM1 面では深度 1 m 付近でほぼ 2 割を下回る。

このことから KM1 面の被覆層は深度 1 m よりやや浅め付近以深はいわゆる「フラッドローム」のような形で堆積したと考えられる。特に、深度 1.7 m 以深では 1/16 mm 以下の粒子の割合が 8 割をも割り込み、石英の割合も多くなるので、河川の影響がより強いと推測できる。

AT(30ka)は深度 0.6~0.7 m 付近に層準があると考えられ、ほぼ「フラッドローム」の上にならゆる一般のローム層に混じる形で堆積しているといえよう。

0812②露頭(図.14)で AT(30ka)がクリプトテフラとしても観察できなかったのは、この露頭がフラッドロームの部分であったからだと考えられる。

これらのことから、KM1 面の完全な離水年代は 30ka より少し前あたりであり、それ以前からやや離水気味の状態が続いていたと考えられる。つまり、気候変動に照らし合わせれば、完全離水は MIS2 に入る直前であろう。

4) 久慈川中位 2 面(KM2)

YM 2 面の項目でも述べた通りであるが、KM 2 面の分布は山地部谷筋から久慈川の比較的平坦な谷に出た所に多く、また、礫の粒径も大きく亜角礫で淘汰も良くない。KM 2 面は、最終氷期に山地からの旺盛な岩屑供給ででき、その後現在の地形に至るまでの過程に離水し段丘化したものであると考えられる。従って離水年代は、MIS2 および MIS2 から MIS1 にかけての、およそ 20ka~15ka であると推測する。

5) 久慈川低位 1 面(KL1)

ローム層が載らず、テフラもないため詳しい年代を直接知ることは不可能である。構成層の層厚は 1~2 m 程である。礫の淘汰は比較的よく、亜円礫であり、本流性河川の作用で形成されたと考えられる。

KM2 面よりも新しい段丘であり、段丘面上には崖ノ上遺跡という遺跡が存在している。井上(1973)によると、この遺跡からは出土するものは縄文時代晩期のものが多い。このことを考えると少なくとも 2 ka には離水していたと考えられる。つまり、15 ka 以降 2 ka より前に離水した段丘であると考えられる。

以上の河成段丘の編年を表にまとめた(表.3)。

2. 河川争奪の年代と要因について

1) 河川争奪の年代について

・古上台川の争奪年代

久慈川水系による古上台川の争奪の年代について考察する。古上台川が形成した YH 面

の離水年代は 150～200 ka である。よって、それ以前の久慈川水系は、古上台川を争奪はしておらず、YH 面形成後、いずれかの時期に久慈川水系が古上台川を争奪し下刻したと考えられる。その時期は本研究の現久慈川の谷の中の段丘でいえば KM0 面の形成時期までに限られるが、KM0 面の詳しい離水年代は不明であり、KM1 面の離水年代(30ka)がその上限を示す。しかしながら、中村(1982)でも指摘されている通り、社川に沿う八溝山地からの堆積物供給に伴う地形に注目すると、YH 面に対比される段丘面はその後の谷の形成で侵食を受けている一方、上台周辺の YH 面にはそのような明瞭な山地方面へ続く開析谷を地形的に見出すことができない(図.23)。このような開析谷の形成を気候変動と関連して考えると、一般的に氷期に山地側から堆積物が供給され堆積面ができた後、間氷期に下刻が行われ開析され明瞭な段丘となると考えられる。MIS6 までに形成された YH 面を開析する谷が無いということは、古上台川は MIS5e の頃には久慈川水系に奪われていたと考えられる。つまり古上台川の争奪の年代は、200～125 ka 頃と考えられる。

・古向原川、古下羽原川の争奪年代

古向原川、古下羽原川の争奪年代について考察する。古向原川および古下羽原川が形成した YM 2 面を形成する地形自体の年代は KM 2 面に対比できると考えられる。これらの地形の形成は前述の通り 20～15 ka と考えられる。

さらに、古下羽原川を争奪した久慈川水系の大竹川に注目すると、大竹川の谷底平野は KL 1 面に滑らかに続く。つまり、久慈川水系による古向原川、古下羽原川の争奪は KL 1 面の形成と同時にそれより前にはすでに起こっていたものと考えられる。KL1 面の形成は前述の通り、15～2 ka と考えられる。従って争奪の年代は 20～2 ka と考えられる。

以上河川争奪の年代を表にまとめた(表.4)。

2)河川争奪の要因について

そもそも争奪が起こる前提として、河川がどれだけ下刻できるかを決定づける侵食基準面が異なることが挙げられる。久慈川水系の侵食基準面と阿武隈川水系のそれについて比

べると、久慈川水系の方が低いと考えられる。

この基準面の高さの違いは、一つには海からの距離が関係しているものと考えられる。久慈川水系と阿武隈川水系を比較(図.24)すると、久慈川の方が海からの距離も短く、棚倉付近での河床標高も低い。一方、阿武隈川水系は棚倉から阿武隈川河口までの距離が長く河床標高も高い。また本論文V.4. で触れるが、久慈川は狭窄部を挟むものの、河口から棚倉まで対比できる可能性の高い段丘が存在し、河口の侵食基準面が棚倉まで影響を及ぼしているということが推察できる。他方、阿武隈川水系は、棚倉から阿武隈川河口までの距離が長く、さらに途中2回阿武隈山地の狭窄部を流れ、また福島盆地や郡山盆地を挟むので、海の侵食基準面が棚倉まで影響を及ぼしづらい状態にあると考えられる。

また2回の河川争奪について、その争奪の年代について考察し気づくこととしては、どちらの争奪も氷期ないし氷期から温暖期に向かう時期にイベントが発生しているということである。つまり、本地域の河川争奪は十万年単位での気候変動に関係している可能性が高い。

ここで、河川争奪の要因として気候変動に応じた河床の高さの変動がこの地域の河川争奪をもたらしていると考察できる。そこで、時系列に沿って古上台川の争奪の過程を述べる。

① 争奪直前(図.25a)

古上台川は阿武隈川水系であった。一方、久慈川水系も棚倉町市街地の南辺りまで水系を拡大しており、両者の分水界は現在よりも南、おそらく、棚倉町市街地の南あたりにあったのではないかと。また、現在の久慈川の南北方向の谷は元々阿武隈川水系であり谷地形であったと考えると、久慈川が当時どれほど掘りこんでいたかは不明であるが、久慈川水系と阿武隈川水系の分水界は谷中にある緩い分水界であったと考えられる。年代はおおよそ 200～160 ka(MIS6)より前であると考えられる。

② 争奪(図.25b)

氷期になると、古上台川の谷から岩屑が供給され、YH面を含む扇状地状の地形を形成した。この時に供給された岩屑がつくる扇状地状の地形(YH面)が、緩い分水界を超え久慈川側にも流れをもたらした。このようにして、現在の水系のもととなる古上台川と久慈川水系

が接続された。年代は YH 面が形成された 200～150 ka(MIS6)で氷期である。

③ 争奪後(図.25c)

温暖期(この場合 MIS5e)では上流部での侵食が復活し、両水系とも下刻を開始した。しかし、侵食基準面が低い久慈川水系の方が阿武隈川水系より低く下刻された。この時に②で奪った区間も久慈川のより低い侵食基準面に対応し、一緒に下刻したと思われる。一方、上流を奪われた YH 面は開析されることなく残った。

ただし、このようなシナリオについて、争奪の過程で、単に久慈川水系の谷頭侵食により、特に侵食量が増えると考えられる温暖期に久慈川水系が阿武隈川水系を争奪したというシナリオも考えらる。どちらのシナリオが確かであるかは、今後の課題である。

古向原川、古下羽原川についても同様のプロセスで争奪が起きたものと考えられる。すなわち、①古上台川争奪後、古上台川の水系であった河川は久慈川水系に変わった。それらの河川の一部は当時まだ阿武隈川水系であった古向原川、古下羽原川の方へ河川を伸ばしていったと考えられる(逆川、大竹川)。そして、それらの河川が緩い分水界で隣接するようになった。年代は最終氷期よりも前である。②最終氷期になり、岩屑が供給され現在の YM2 面が形成された。この途中、岩屑供給による河床の上昇で緩い分水界を越え久慈川水系側と古向原川、古下羽原川が接続されたか、ないしその後の温暖期に久慈川水系が谷頭侵食でこれらの河川を争奪した。③温暖期では上流の侵食が復活し、両水系とも下刻を開始したが、侵食基準面の低い久慈川水系の方が阿武隈川水系より低く下刻された。争奪された古向原川、古下羽原川の谷は久慈川水系の侵食基準面にあわせ下刻された。

3. 侵食速度について

古上台川の侵食前の谷の高さとその時代を復元することで、その侵食量並びに侵食速度が求まる。この侵食速度を検討し、他の河川の侵食速度と比較することで、争奪の年代の見積もりの確かさを検討する。

古上台川の谷へ、上台の YH 面より測線をとった(図.26)。この測線上 1 km 毎に点を取

り、その点においての争奪前に想定される地形の高さと KL 1 面の地形面の高さとの比高をとり、これを争奪後の侵食量とした。争奪前の高さは、①上台の YH 面の勾配の延長および②KH 0 面と YH 面を測線に沿って計測した場合の比高と距離より求めた勾配を用いる 2 パターンを計算し比較した。また、時代については古上台川の争奪された年代は 200～125 ka で、侵食後の基準とした KL1 面の年代は 15～2 ka なので、最長で 198ky、最短で 110 ky とし、それぞれ算出した。

なお、現地形の高さは国土地理院の 5 m DEM の値を利用した。また、1km 地点は久慈川本流の谷ではないのでデータから外した。

上台での YH 面における傾斜はおよそ 9 %であった。このため、①上台の YH 面の勾配を延長して求めた争奪前の谷の高さは、上台より 9 %で上流側(南東方向)に上昇していくとした。この場合の侵食速度は最大 99.8 m/10 万年、最小 42.0 m/10 万年となった(表.6a)。一方②KH 0 面と YH 面を測線に沿って計測した場合の比高と距離より求めた勾配を用いるパターンでは、KH 0 面と YH 面の比高はおよそ 88 m であり、距離はおよそ 7830 m であるから、その勾配は、約 11.2‰と求められた。この場合の侵食速度は最大 102.0 m/10 万年、最小 48.7 m/10 万年となった(表.6b)。これらの値は核燃料サイクル開発機構(1999)で示されている段丘から求めた河川による侵食量(表.5)とおおよそ似た値を示し、本研究で求めた争奪の年代が大きく間違っただけのものではないことを示す。

4. 久慈川中・下流部と上流部の段丘対比について

久慈川を 1 河川系として見た際、先述の段丘面群が中・下流域のどの面に対比されるかを考察する。

本研究の KM1 面は河川縦断面図によると、そのまま中・下流域の中位面に対比されそうである。しかし、中・下流域の中位面群は赤城水沼第 1 テフラ(Ag-MzP1:60ka)以上に覆われる。他方、本研究での KM1 面の完全離水は AT(30ka)の少し前であり、段丘形成面が海水準変動によって河口側から伝播すると考えても、やや時代の開きがあるように思われる。

むしろ、中・下流域において赤城鹿沼テフラ(Ag-KP:44ka)以上に覆わる低位 1 面や AT(30ka)以上に 1m 以下の厚さのロームで覆われる低位 2 面を有する KL 面群に対比され
ると考えられる。

上述のように考えると、本研究における KM 面群より 1 段高位に位置する KH 1 面並び
に KH 2 面に関しては、中・下流域の中位面群に対比される可能性が高いのではないかと

いずれにせよ、KH 面群に関する試料が少なく、久慈川の東館から大子付近に至る調査も
行っていないため、これは今後の課題である。

VI. まとめと今後の課題

本研究では、久慈川上流部棚倉付近における河成段丘を編年し、河川争奪について述べて
きた。本研究をまとめると以下のようなになる。

- ・対象とした河川争奪は 2 つの時期に起こっており、本研究では先に争奪された河川を古
上台川、後に争奪された河川を古向原川、古下羽原川とした。

- ・対象地域の段丘は形成時の侵食基準面を阿武隈川水系に持つ段丘と久慈川水系に持つ段
丘に 2 分される。またそれぞれ、社川高位面(YH)、社川中位 1 面(YM1)、社川中位 2 面(YM2)
に、久慈川高位 0 面(KH0)、久慈川高位 1 面(KH1)、久慈川高位 2 面(KH2)、久慈川中位 0
面(KM0)、久慈川中位 1 面(KM1)、久慈川中位 2 面(KM2)、久慈川低位 0 面(KL0)、久慈
川低位 1 面(KL1)、久慈川低位 2 面(KL2)に区分できた。

- ・段丘被覆層の火山灰層序より、各の段丘面の離水時期は社川高位面(YH)は 150～200 ka、
久慈川中位 1 面(KM1)は 30 ka より少し前と考えらえる。また、段丘被覆層が載らず、火山
灰層序は不明であるが、その段丘の段丘構成層や地形的特徴から社川中位 2 面(YM2)は、

20～2 ka, 久慈川中位 2 面(KM2)は 20～15 ka, 久慈川低位 1 面(KL1)は 10～2 ka 頃と考えられる(表.2). 社川中位 1 面(YM1), 久慈川高位面群(KH 群), 並びに久慈川中位 0 面(KM0), 久慈川低位 0 面(KL0)と久慈川低位 2 面(KL2)の離水年代は地質的な情報が少なく不明である.

・争奪の年代は古上台川が 200～125 ka 頃, 古向原川, 古下羽原川が 20～2 ka 頃である. このような争奪の原因は一つに久慈川水系の方が, 侵食基準面が低いからだと考えられる. また, いずれも氷期から温暖期への時期に争奪されており, 争奪の要因として気候変動が関わっているのではないか. そのうえで, 争奪の要因としては, (1)氷期に形成された阿武隈川水系側の扇状地状地形が分水界を乗り越え, 久慈川水系側に流入した. (2)温暖期に久慈川水系の谷頭侵食が活発になり, 阿武隈川水系を争奪した. という 2 つのシナリオが考えられる. どちらが正しいかは, 今後の課題である.

・社川高位面(YH)争奪以降の争奪された谷の侵食量は, およそ 42.0～ 102.0 m/10 万年と求められ, これは, 核燃料サイクル開発機構(1999)によってまとめられた他の河川の下刻速度におおよそ一致し, このため, 古上台川の年代の争奪の年代は大きく間違ったものではないと考えられる.

・久慈川中・下流部と比較すると, 対象地域の久慈川中位面群(KM 群)は中・下流域における低位面群に相当する可能性が高く, そうと仮定すると, 久慈高位面群(KH 群)は中・下流域における中位面群に対比される可能性が高い. しかし, 久慈川高位面群(KH 群)の編年は得られておらず, また, 久慈川水系の東館付近から大子付近にかけての調査は行われていないので, これについては, 今後の課題である.

今後争奪の要因がどのようなものであるかを明らかにするためには, より詳しく争奪の

過程を明らかにする必要がある。ここにおいて、本研究の YH 面と従来の皮籠段丘を比較すると、Ns-Sr6 より古いテフラを載せている可能性の高い YH 面の方が折口原テフラ(OrP)より新しいテフラを載せているとされる皮籠段丘よりやや古い可能性があり、これは河川の争奪によるものの可能性もある。しかし、社川沿いの YH 面、皮籠段丘に対比される段丘の調査は多くなく、確かなことは言えない。よって、社川沿いの段丘、特に YH 面に対比される段丘の調査研究は今後の課題である。また、本研究では中村(1982)で指摘された古棚倉盆地床の地形を判読することができなかったが、このような、すでに侵食され始めやや不明瞭な地形面を区分し調査することで、より詳しい争奪過程を明らかにすることができると期待される。このようなことも今後の課題である。

謝辞

本研究を進めるにあたって、様々な方にお世話になった。鈴木毅彦教授には、現地で指導していただくなど、指導教官として終始熱心なご指導を賜った。石村大輔助教には、終始様々にご指導いただくと同時に、調査道具を貸していただいた。白井正明准教授には都度熱心に適切なアドバイスをしていただいた。環境地理学研究室の川東正幸准教授には本稿の草稿を読んでいただき、アドバイスをいただいた。以上の方々のおかげで本稿はより改善された。また、都市・人文地理学研究室の青砥和希氏をはじめ、福島県棚倉町、塙町、矢祭町の住民の方々にはオーガー調査において掘削場所を提供していただいた。首都大学東京地形・地質学研究室の皆様並びに木森大我氏(東京大学大学院)には、ともに議論をしていただき、さらに調査の手伝いもしていただいた。お世話になった皆さまにこの場を借りて深く感謝申し上げます。

参考文献

青木かおり・入野智久・大場 忠 2008. 鹿島沖海底コア MD01-2421 の後期更新世テフラ層序. 第四紀研究 47(6): 391-407.

- 稲見悦治 1951. 本邦における河川争奪の原因と過程. 地理学評論 24(10): 337-343.
- 井上国雄 1973. 崖の上遺跡について. 棚倉史談会『棚倉史談 創刊号』 棚倉史談会.
- 貝塚爽平・小池一之・遠藤邦彦・山崎晴雄・鈴木毅彦編 2000. 『日本の地形 4 関東・伊豆小笠原』 東京大学出版会.
- 核燃料サイクル開発機構 1999. 『わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性 一地層処分研究開発第2次取りまとめ一 分冊1 わが国の地質環境』
- 久保和也・柳沢幸夫・山元孝広・中江訓・高橋浩・利光誠一・坂野靖行・宮地良典・高橋雅紀・駒澤正夫・大野哲二 2007. 20 万分の1地質図幅「白河」. 独立行政法人産業総合技術研究所地質調査総合センター.
- 小池一之 1965. 白河付近の地形 一那珂川流域と阿武隈川中流域との地形発達に関連について一. 駒澤地理 3: 31-65.
- 小池一之 1972. 福島県棚倉付近の地形 一分水界の変遷を中心に一. 駒澤地理 8: 77-85.
- 小池一之 1994. 水の働きと地形. 小池一之・坂上寛一・佐瀬 隆・高野武男・細野 衛 『地表環境の地学―地形と土壌』 27-67. 東海大学出版会.
- 小池一之・田村俊和・鎮西清高編 2005. 『日本の地形 3 東北』 東京大学出版会.
- 小池一之・町田 洋編 2001. 『日本の海成段丘アトラス』 東京大学出版会.
- 後藤秀昭・中田 高 2011. デジタル化ステレオペア画像を用いたディスプレイでの地形判読. 活断層研究 34: 31-36.
- 坂本 亨・宇野沢昭 1976. 茨城県瓜連丘陵の第四系と久慈川・那珂川の河谷発達史. 地質調査所月報 27(10): 655-664.
- 下岡順直・長友恒人・小畑直也 2009 熱ルミネッセンス法による御岳第一テフラ (On-Pm1) 噴出年代の推定. 第四紀研究 48(4): 295-300.
- 鈴木毅彦 1992. 那須火山のテフロクロノジー. 火山 37(5): 251-263.
- 鈴木毅彦 2001a. 常陸大宮図幅. 小池一之・町田 洋編 『日本の海成段丘アトラス 日本Ⅱ[関東・中部・近畿]』 東京大学出版会.

- 鈴木毅彦 2001b. 日立図幅. 小池一之・町田 洋編 『日本の海成段丘アトラス 日本Ⅱ[関東・中部・近畿]』 東京大学出版会.
- 早田 勉 1989. 6 世紀における榛名火山の 2 回の噴火とその災害. 第四紀研究 27(4): 297-312
- 高橋雅紀・林 広樹 2008. 東棚倉地域. 日本地質学会編 『日本地方地質誌 3 関東』 214-219. 朝倉書店.
- 中村嘉男 1982. 福島県棚倉町北部の地形に関する地形誌的一考察. 福島大学教育学部論集 社会科学部門 34: 1-8.
- 幡谷竜太 2006. 河成段丘を用いた第四紀後期の隆起量評価手法の検討 (3) -過去 10 万年間の隆起量分布により明らかにされる内陸部の地殻運動-. 電力中央研究所報告 N05017.
- 早川唯弘・吉永秀一郎・高沢信司 1983. 久慈川中・下流域の段丘地形の発達. 日本地理学会 予稿集 23: 22-23.
- 藤原 治・三箇智二・大森博雄 1999. 日本列島における侵食速度の分布. 核燃料サイクル 開発機構 5: 85-93.
- 町田 貞 1963. 『河岸段丘—その地理学的研究—』 古今書院.
- 町田 洋・新井房夫 2003. 『新編 火山灰アトラス』 東京大学出版会.
- 山元孝広 1999. 福島-栃木地域に分布する 30-10 万年前のプリニー式降下火砕物: 沼沢・燧ヶ岳・鬼怒沼・砂子原火山を給源とするテフラ群の層序. 地質調査所月報 50(12): 737-767.
- 山元孝広 2003. 東北日本, 沼沢火山の形成史: 噴出物層序, 噴出年代及びマグマ噴出量の再検討. 地質調査研究報告 54(9-10): 323-340.
- 山元孝広 2012. 福島-栃木地域における過去約 30 万年間のテフラの再記載と定量化. 地質調査研究報告 63(3-4): 35-91.
- 山元孝広 2013. 栃木-茨城地域における過去約 30 万年間のテフラの再記載と定量化. 地質調査研究報告 64(9-10): 251-304.

- 吉山 昭・柳田 誠 1995. 河成地形面の比高分布からみた地殻変動. 地学雑誌 104(6): 809-826.
- 米倉伸之・貝塚爽平・野上道男・鎮西清高編 2001. 『日本の地形 I 総説』 東京大学出版会.
- Iwasaki, Y. 1963. The Tertiary deposits along the upper stream of the Kuji River. 東京大学地質学教室修士論文(M.S.)
- Iwasaki, Y. 1970. The Shiobara-type molluscan fauna – an ecological analysis of fossil molluscs -. *Jour. Fac. Sci. Univ. Tokyo. Sec. 17*: 351-444.
- Albert, P. G., Smith, V. C., Suzuki, T., Tomlinson, E. L., Nakagawa, T., McLean, D., Yamada, M., Staff, R. A., Schlolaut, G., Takemura, K., Nagahashi, Y., Kimura, J. and Suigetsu 2006 Project Members 2018. Constraints on the frequency and dispersal of explosive eruptions at Sambe and Daisen volcanoes (South-West Japan Arc) from the distal Lake Suigetsu record (SG06 core). *Earth-Science Reviews* 185: 1004-1028.
- Smith, V. C., Staff, Richard A., Blockley, S. P. E., Ramsey, C. B., Nakagawa, T., Mark, D. F., Takemura, K., Danhara, T. and Suigetsu 2006 Project Members 2013. Identification and correlation of visible tephras in the Lake Suigetsu SG06 sedimentary archive, Japan: chronostratigraphic markers for synchronising of east Asian/west Pacific palaeoclimatic records across the last 150 ka. *Quaternary Science Reviews* 67: 121-137.

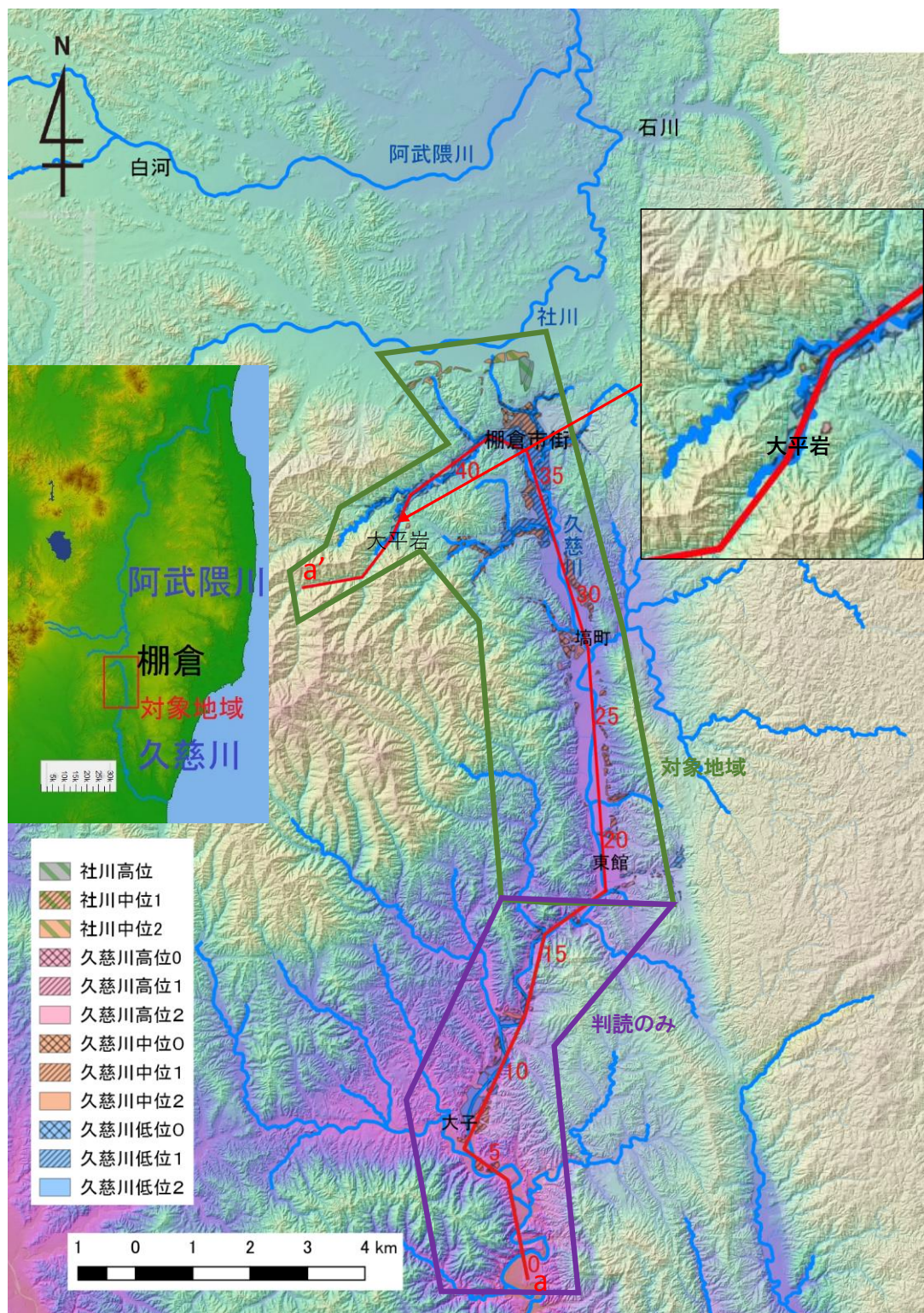


図.1 対象地域概観

赤線a a'は図 での縦断面線 赤数字はaからの距離(km)

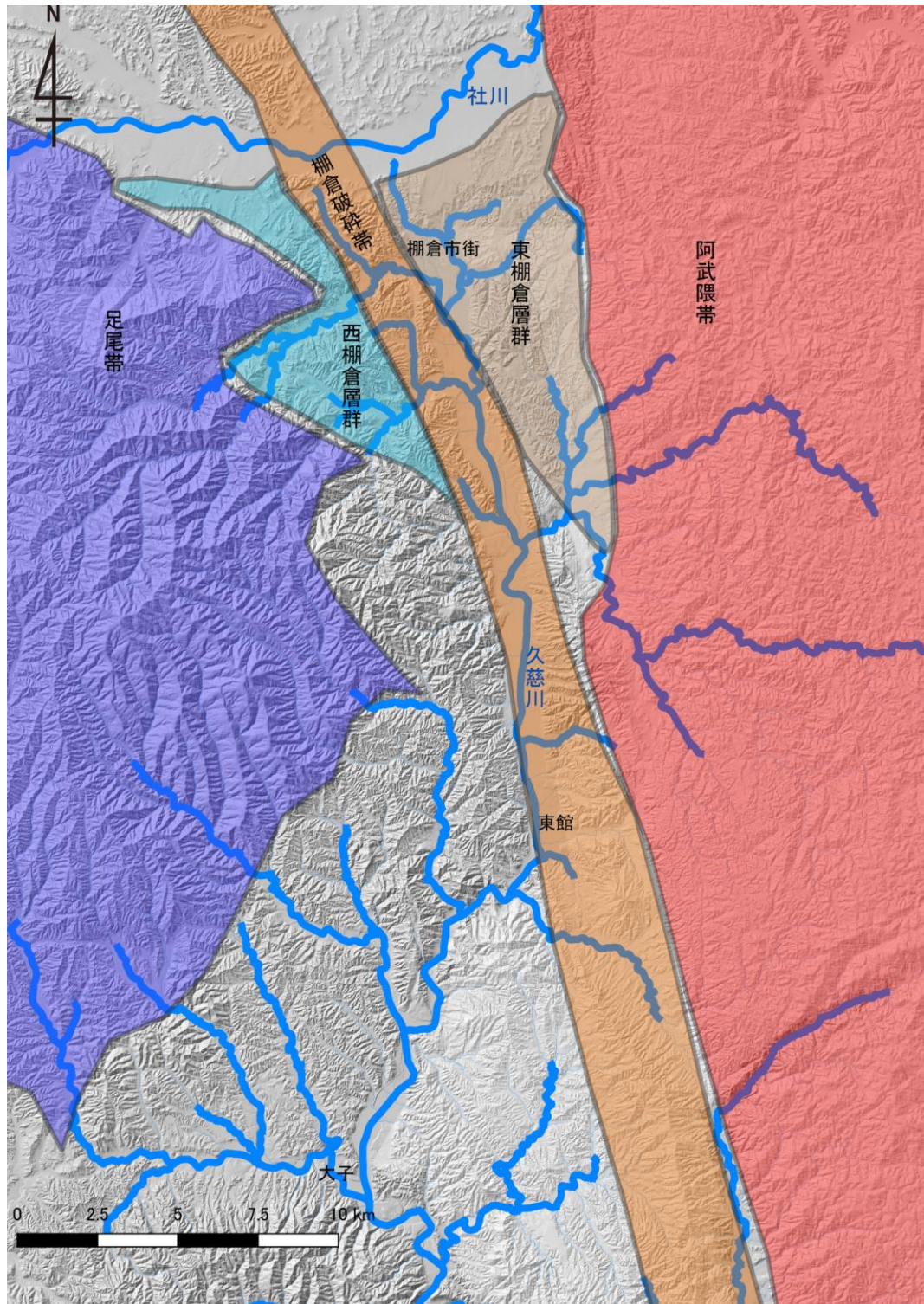


図.2 対象地域の大まかな地質区分

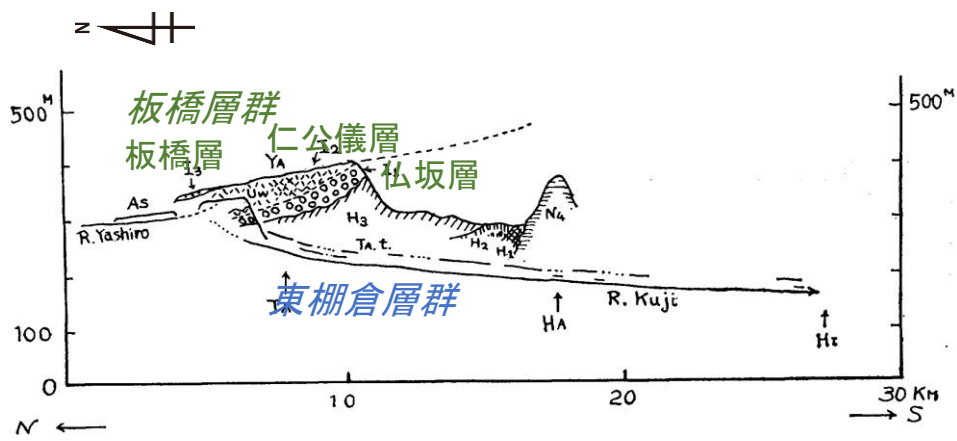
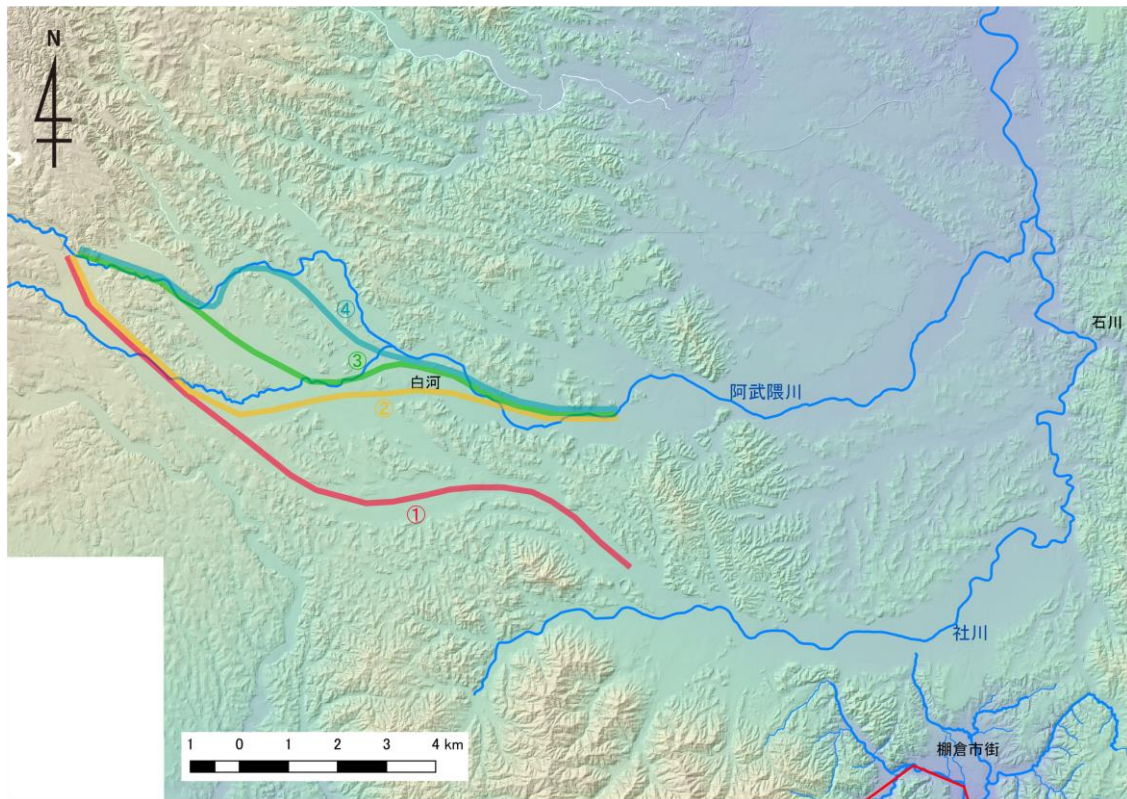


図.3 東棚倉層群と板橋層群の関係(小池, 1972)

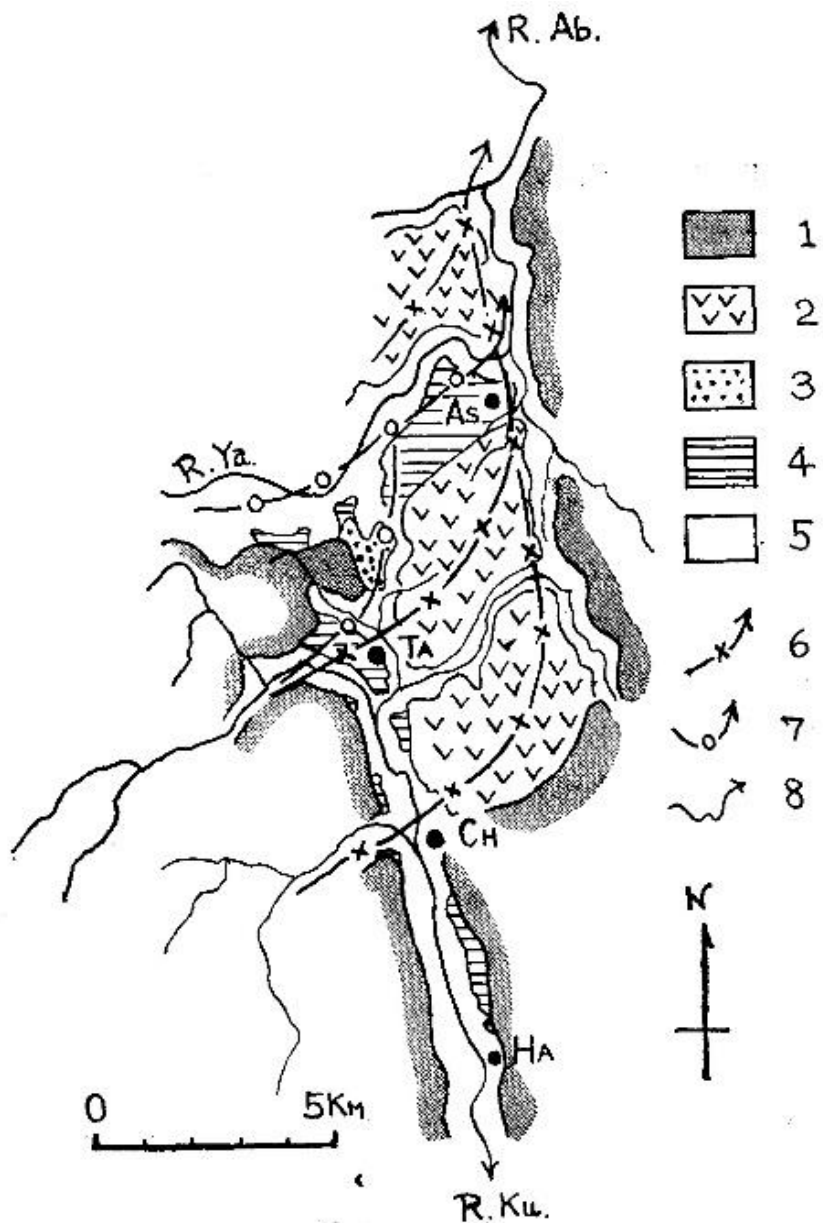
表.1 対象地域での存在が想定されるテフラとその年代一覧
(山元, 2012. 町田・新井, 2003. 鈴木, 1992より作成)

テフラ名称	記号	棚倉付近での 推定層厚	年代	年代の参考文献
榛名ニツ岳伊香保	Hr-FP	数cm	1.5ka	早田(1989)
沼沢沼沢湖	Nm-NK	1cm程度	5.4ka	山元(2003)
始良丹沢	AT	10数cm程度	30ka	Smith et. al. (2013)
赤城鹿沼	Ag-KP	4cm以下	44ka	青木ほか(2008)
赤城行川1	Ag-NM1	5cm程度	ca 50ka	山元(2012)
大山倉吉	DKP	5cm程度	60ka	Albert et. al. (2018)
阿蘇4	Aso4	10数cm程度	87ka	青木ほか(2008)
御岳第1	On-Pm1	数cm程度	100ka	下岡ほか(2009)
日光満美穴	Nk-MA	10~数cm程度	ca 100ka	山元(2012)
沼沢芝原	Nm-SB	10数cm程度	110ka	山元(2003)
赤城水沼7	Ag-MzP7	数cm程度	ca 120ka	山元(2012)
日光行川	Nk-NM	数cm程度	ca 140ka	山元(2012)
日光矢板	Nk-YT	数cm程度	ca 140ka	山元(2012)
飯縄上樽a	Iz-Kta	?	ca 140ka	鈴木(2001)
那須白河6	Ns-SR6	数cm?	ca 150ka	山元(1999)
那須白河7	Ns-SR7	10cm程度?	ca 150ka	山元(1999)
折口原	OrP	?	ca 150ka	山元(2012)
那須白河8	Ns-SR8	10cm程度?	ca 150ka	山元(1999)
那須白河9	Ns-SR9	10cm程度?	ca 150ka	山元(1999)
那須白河10	Ns-SR10	10数cm?	ca 150ka	山元(1999)
燧ヶ岳七入	Hu-NN	10数cm?	160-170ka	山元(1999)
那須白河11	Ns-SR11	10cm程度?	ca 200ka	山元(1999)
那須白河12	Ns-SR12	10cm程度?	ca 200ka	山元(1999)
鬼怒沼黒田原	Kn-KD	10数cm?	ca 230ka	山元(1999)



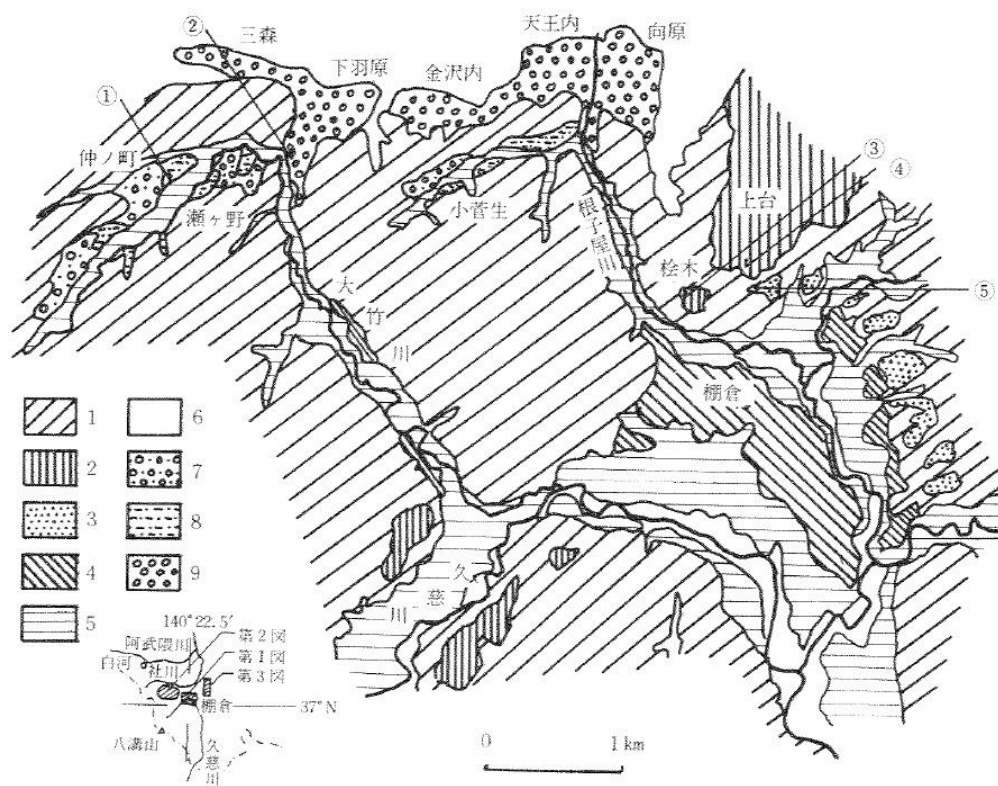
流路変遷：①最終間氷期ころまで，②6-5万年前，③2-1.5万年前，④1-0.5万年前

図.4 社川上流部での阿武隈川水系の河川争奪(流路変遷は小池(1994)より)



1.山地, 2.矢吹丘陵, 3.上台段丘(社川高位面), 4.浅川原, 棚倉段丘(久慈川中位面, 久慈川低位面), 5.沖積地, 6.仏坂層堆積時の水系, 7.上台段丘礫層堆積時の水系, 8.現水系
R. Ab. 阿武隈川 R. Ya. 社川 R. Ku. 久慈川 As. 浅川 Ta. 棚倉 Ch. 近津 Ha. 塙

図.5 棚倉付近における水系の変遷(小池, 1972)



1. 山地・丘陵地 2. 台地 3. 古棚倉盆地床 4. 棚倉上位面 5. 棚倉中位面
6. 棚倉下位面(社川谷底平野) 7. 瀬ヶ野上位面 8. 瀬ヶ野下位面 9. 扇状地

根子屋川は本研究では逆川と呼称する

図.6 中村(1982)による棚倉付近の地形区分 (中村, 1982)

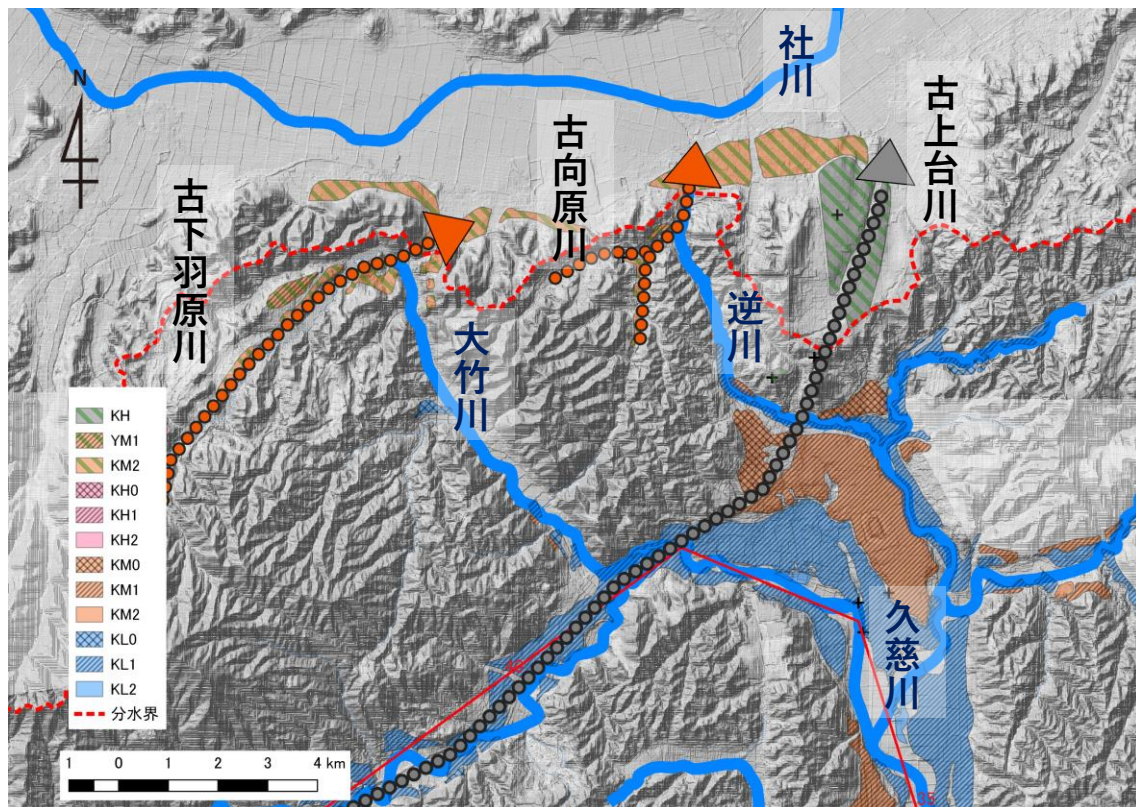


図.7 争奪前の推定流路

争奪は2つの期間で行われたと考えられ、古上台川の争奪の方が古く、古向原川、古下羽原川の争奪の方が新しい

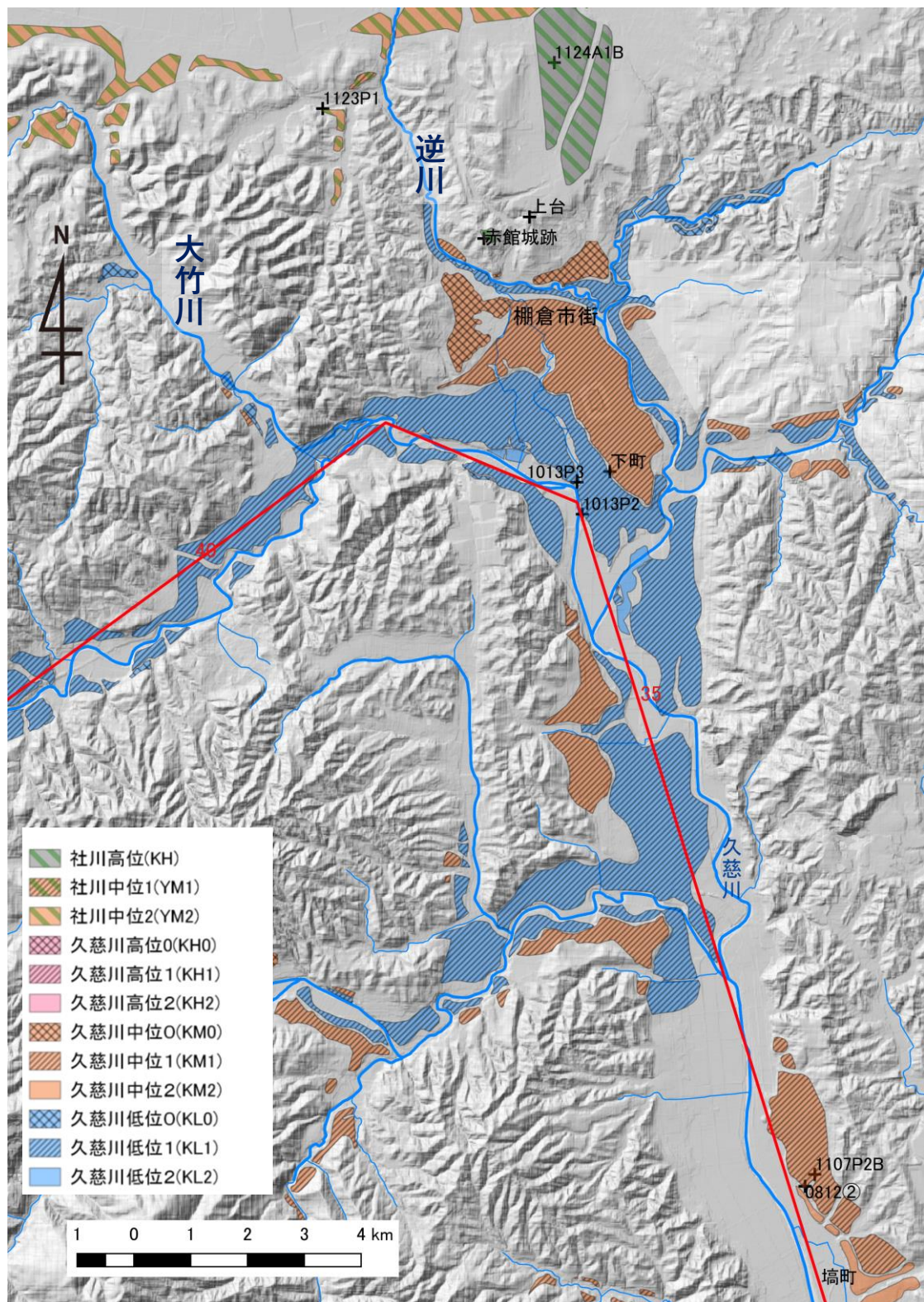


図.8a 対象地域北部の地形区分と露頭、オーガー位置

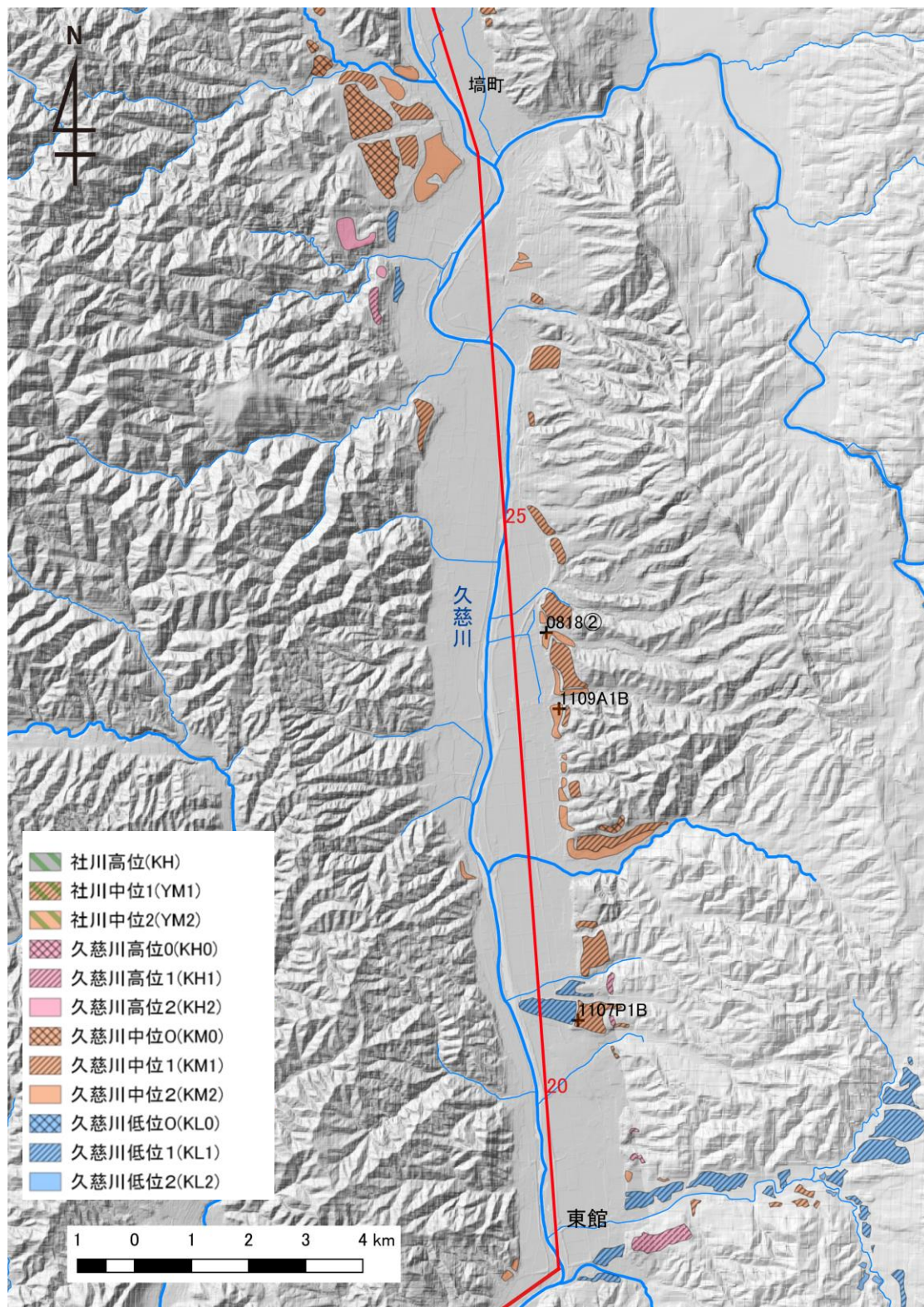


図.8b 対象地域南部の地形区分と露頭、オーガー位置

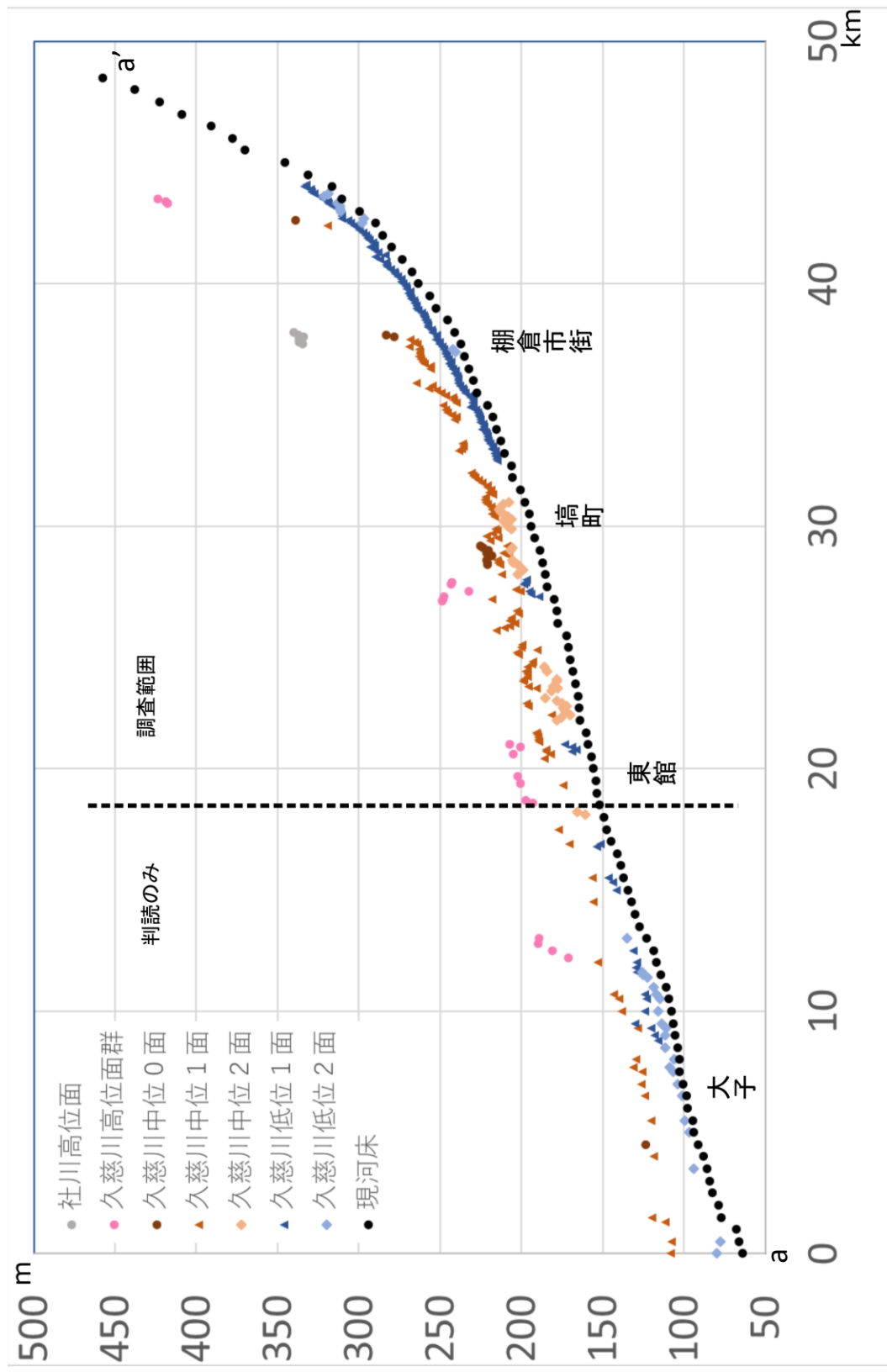
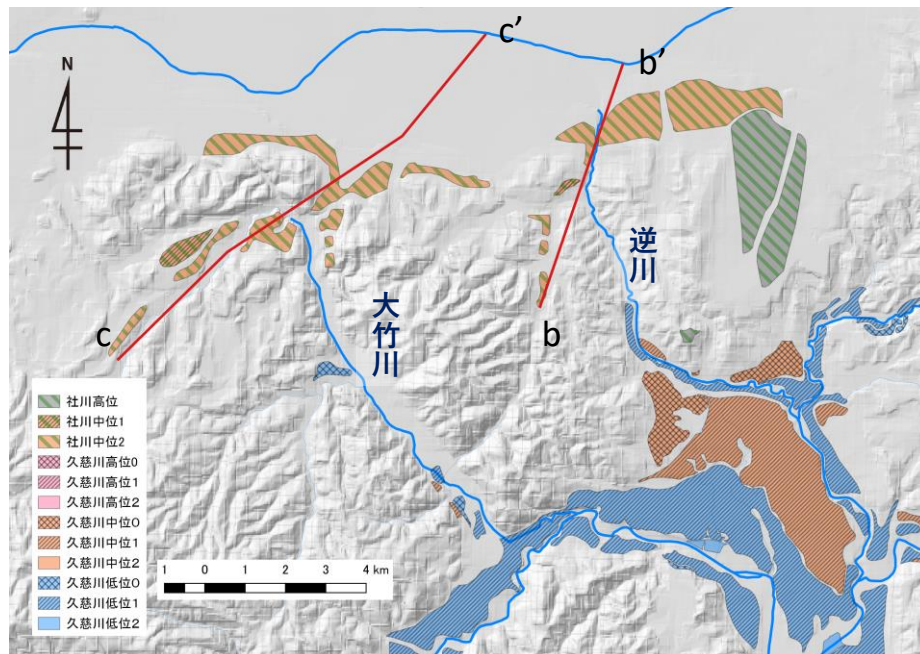


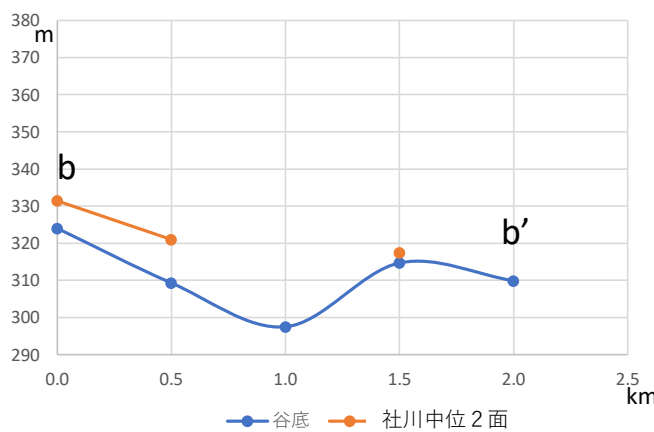
図.9 久慈川の河床，段丘縦断面図

表.2 先行研究との段丘対応表

小池(1972)	中村(1982)	本研究
上台段丘	台地	社川高位面(YH)
	瀬ヶ野上位面	社川中位1面(YM1)
	瀬ヶ野下位面, 扇状地	社川中位2面(YM2)
	古棚倉盆地床	久慈川高位面群(KH群)
		上下関係不明
棚倉上位段丘	棚倉上位面	久慈川中位0面(KM0)
		久慈川中位1面(KM1)
棚倉下位段丘		久慈川中位2面(KM2)
	棚倉中位面	久慈川低位面群(KL群)
	棚倉低位面	



赤線は縦断面線
b b'間は古向原川, c c'間は
古下羽原川に対応する



←逆川

↓大竹川

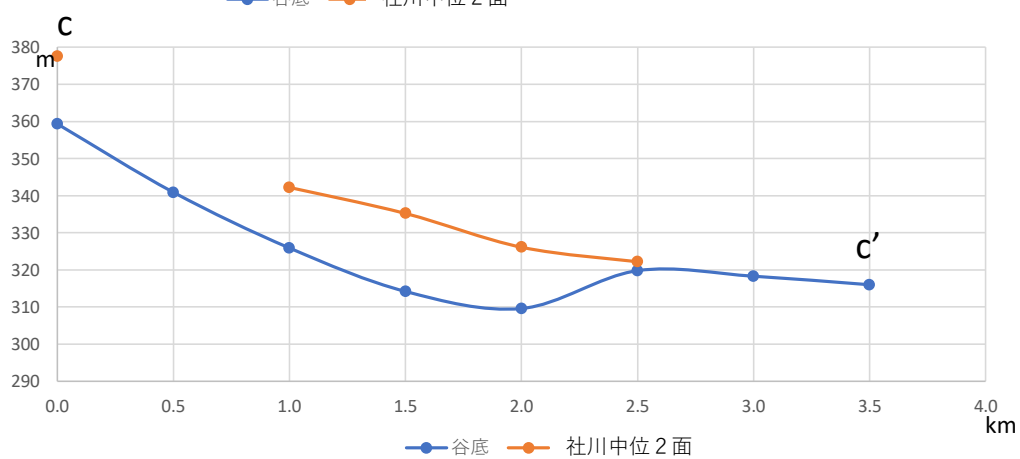


図.10 社川中位2面の縦断面図

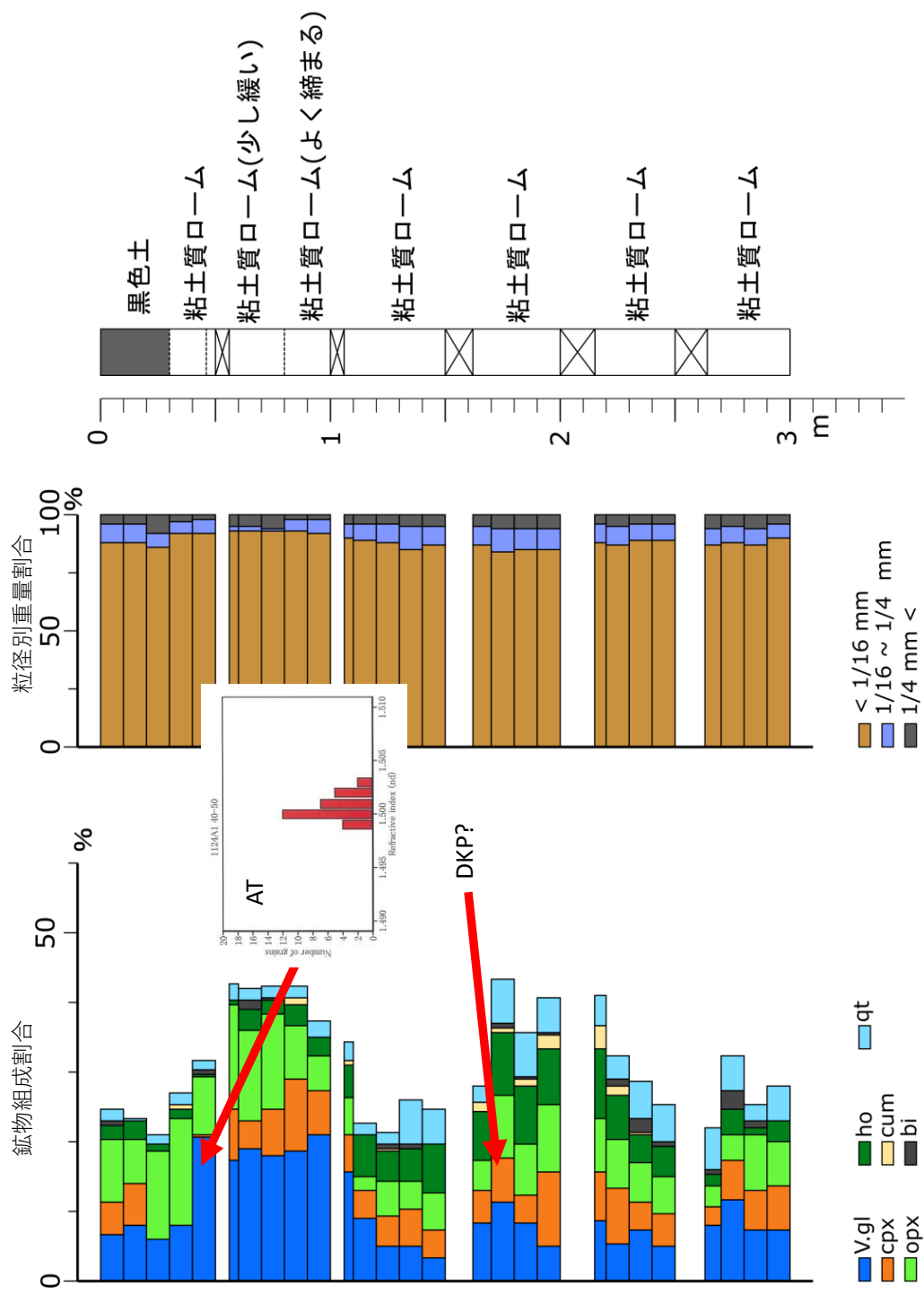


図.11a 1124 A 1 B (社川高位面)上部3mの結果

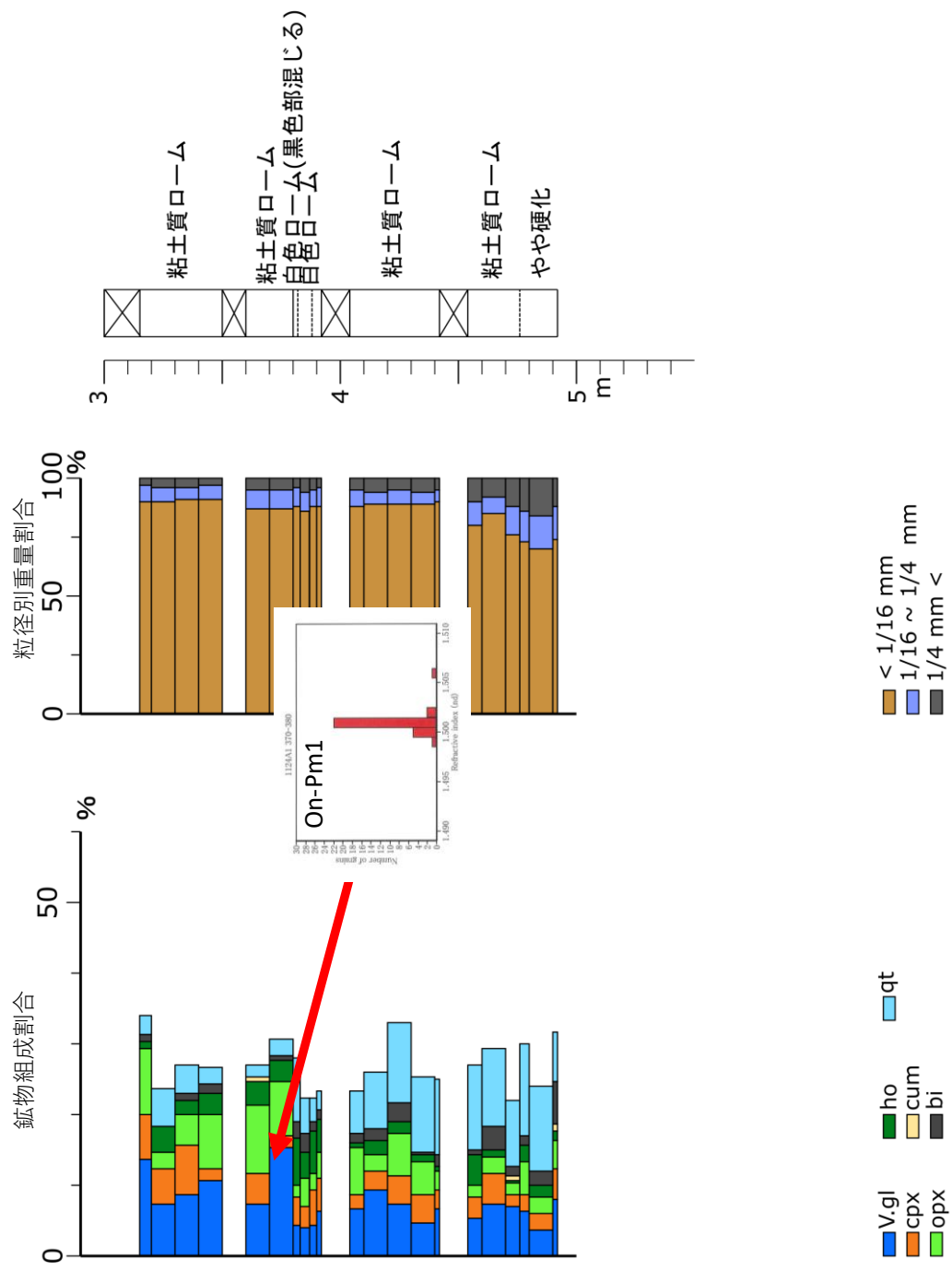


図.11b 1124 A 1 B (社川高位面) 下部3mの結果

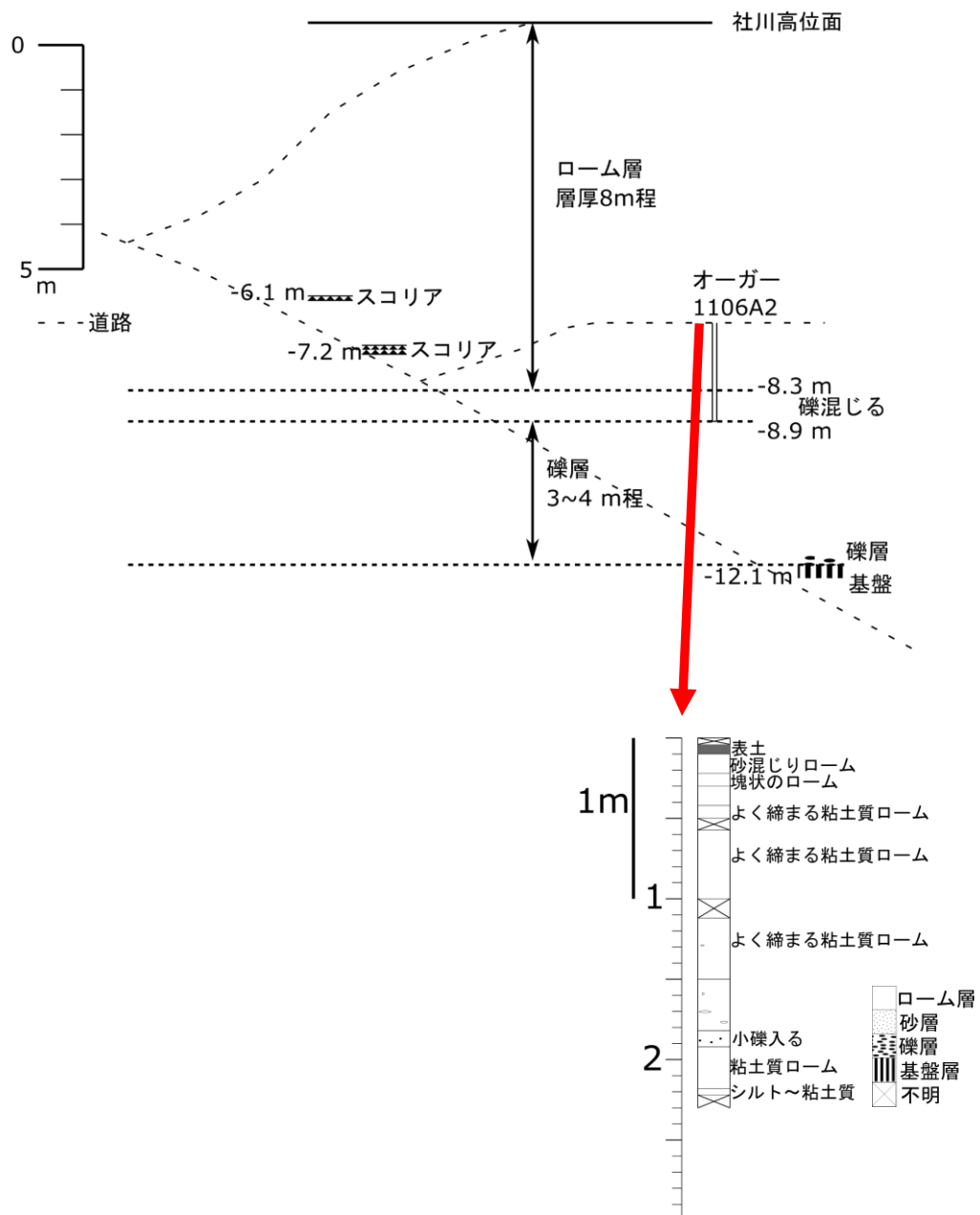


図.12 赤館城跡(社川高位面)の概略図

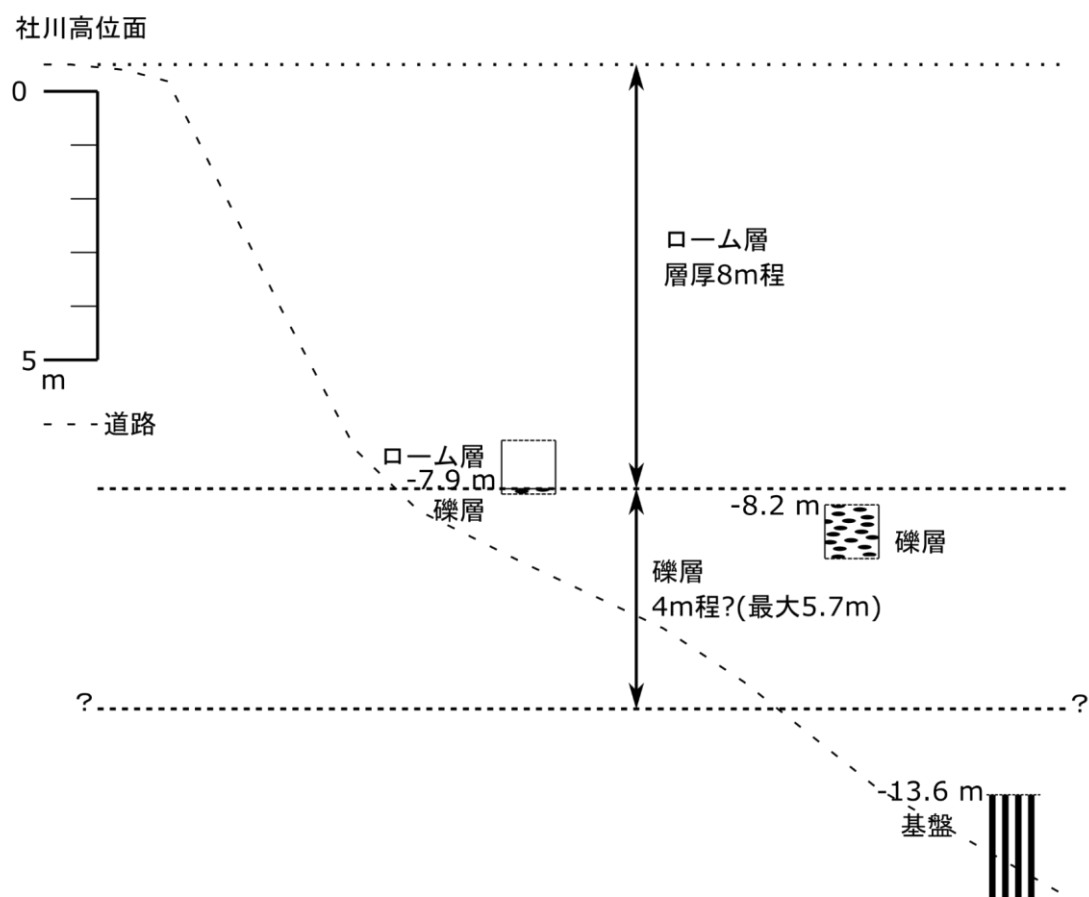


図.13 上台(社川高位面)の概略図

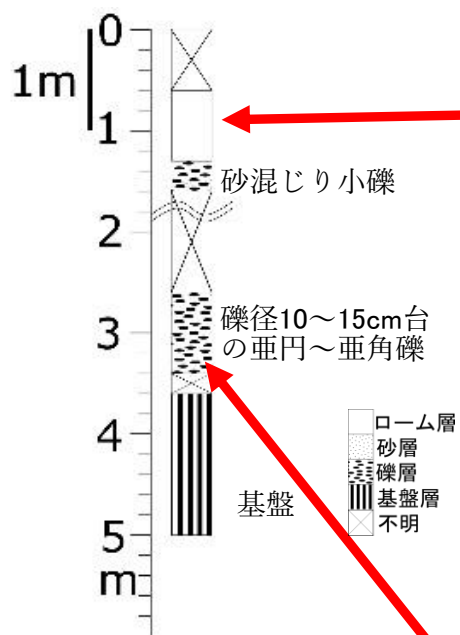


図.14 0812②(久慈川中位1面)

水路によって掘削された谷に段丘礫がばらついて露出している

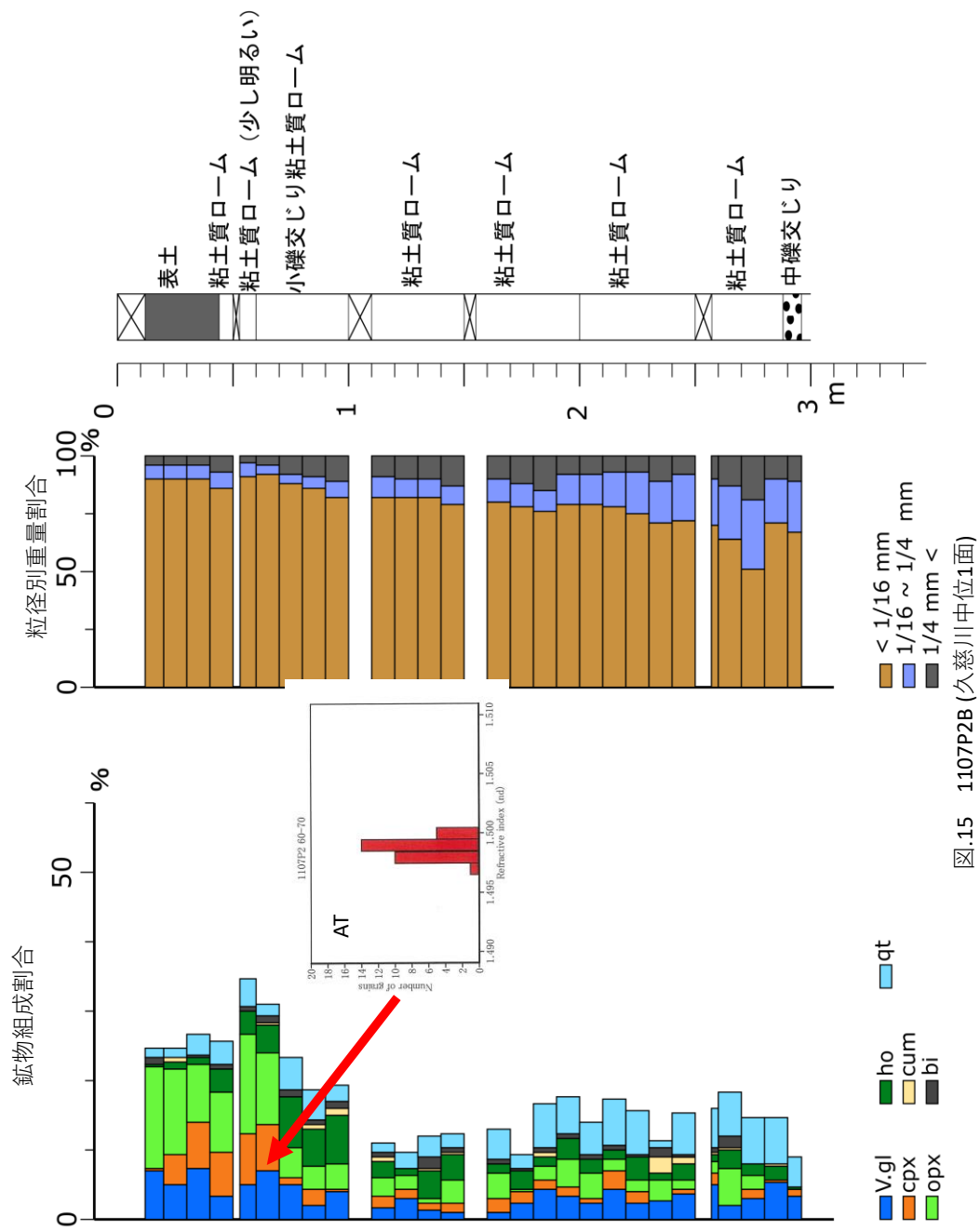


図.15 1107P2B (久慈川中位1面)

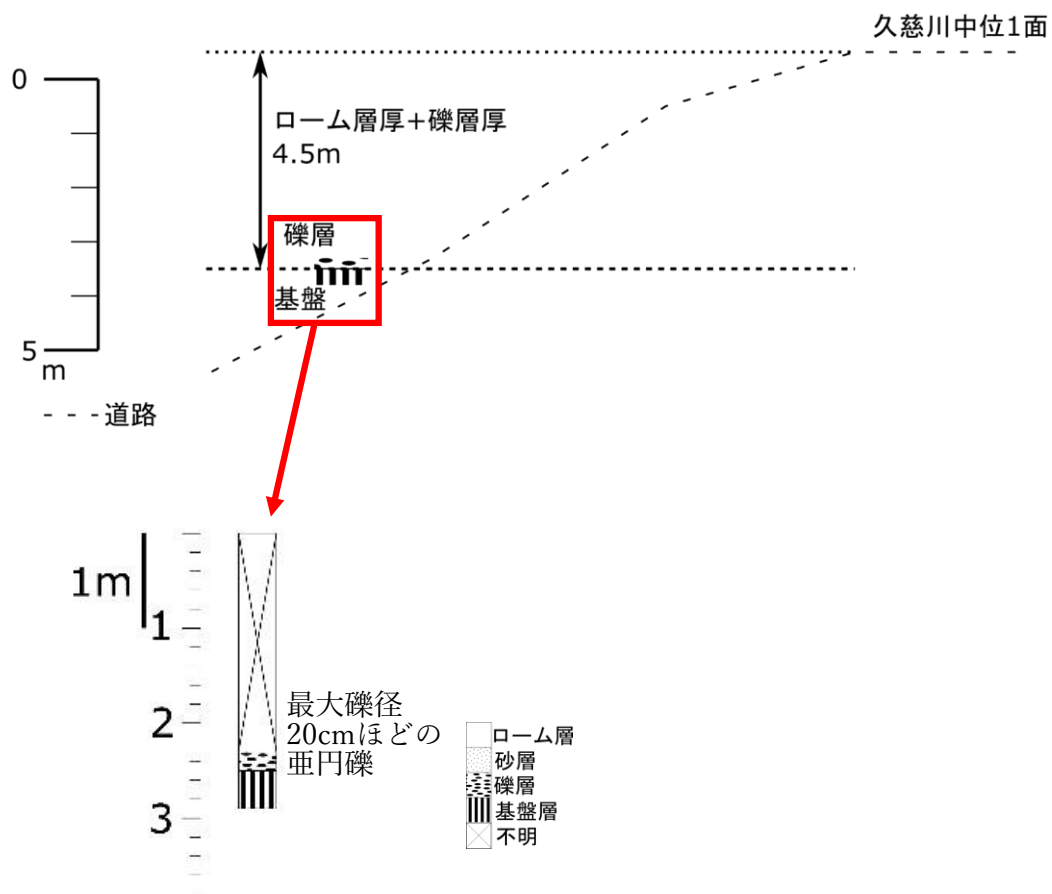


図.16 下町(久慈川中位1面)

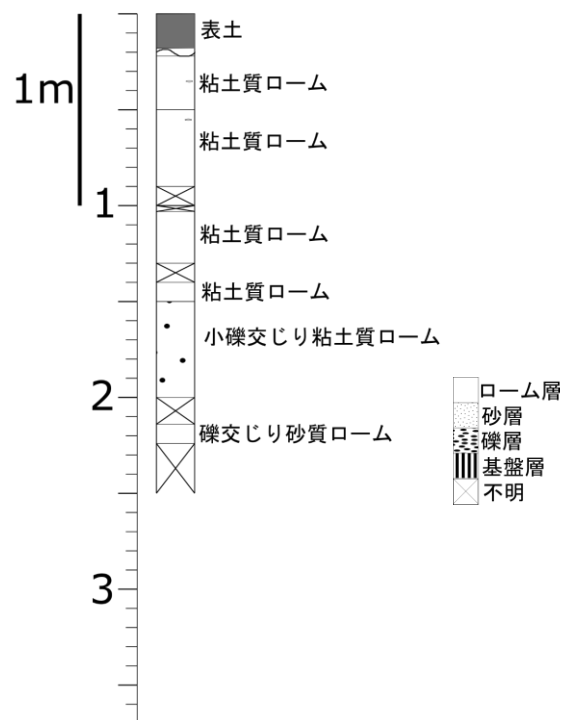


図.17 1107 P 1 B (久慈川中位1面)

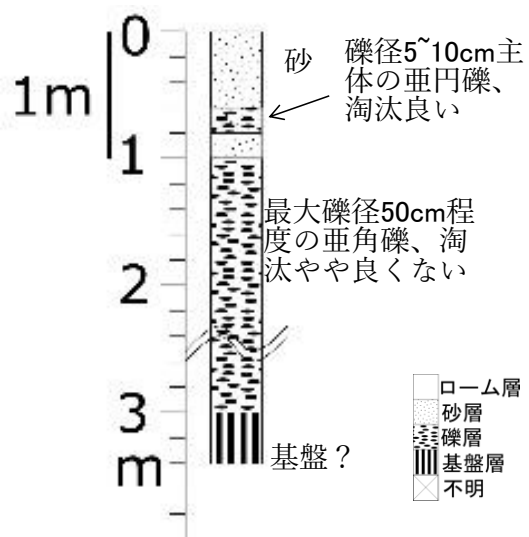


図.18 0818② (久慈川中位2面)

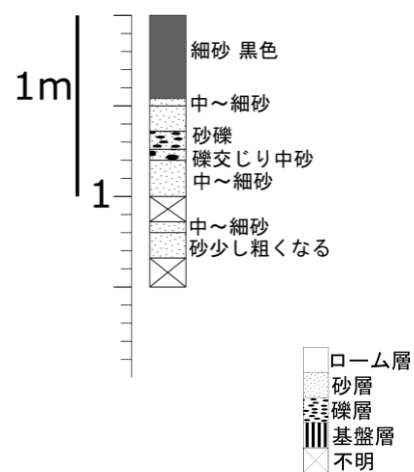


図.19 1109A1B(久慈川中位2面)

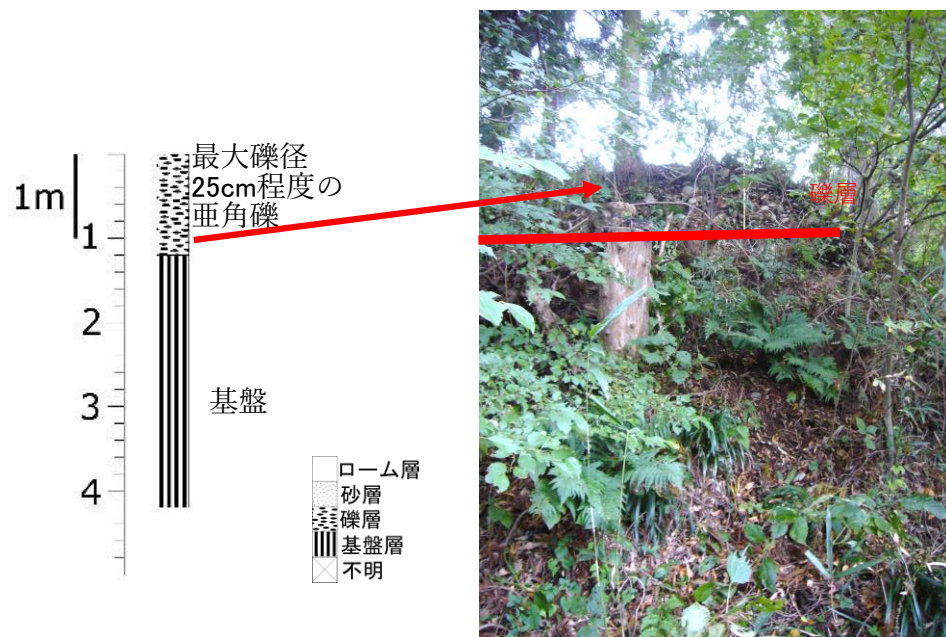


図.20 1013P2 (久慈川低位 1 面)

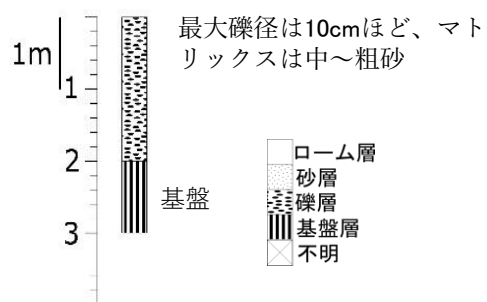


図.21 1013P3 (久慈川低位 1 面)

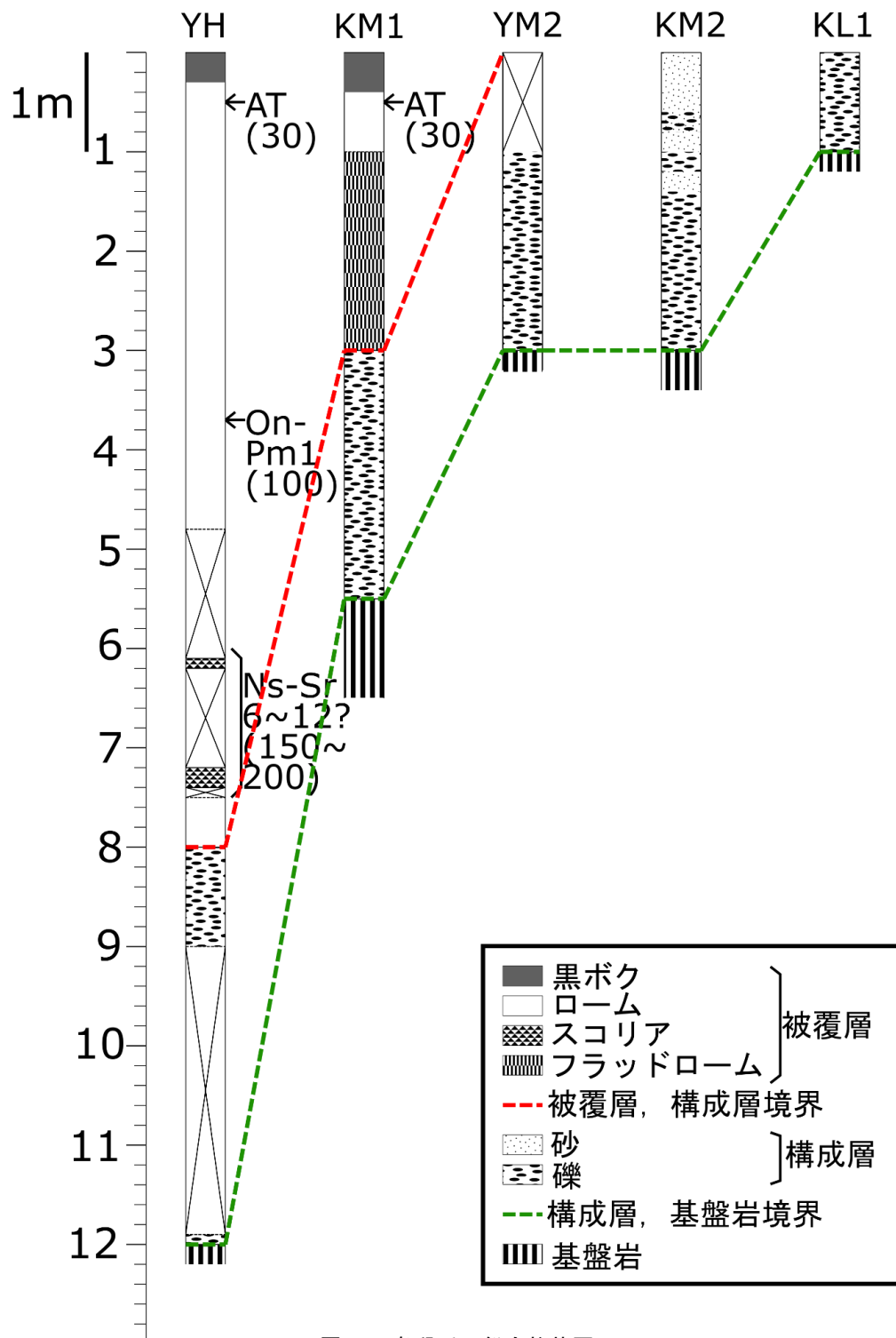


図.22 各段丘の総合柱状図

テフラ名称後の括弧内は年代(ka)

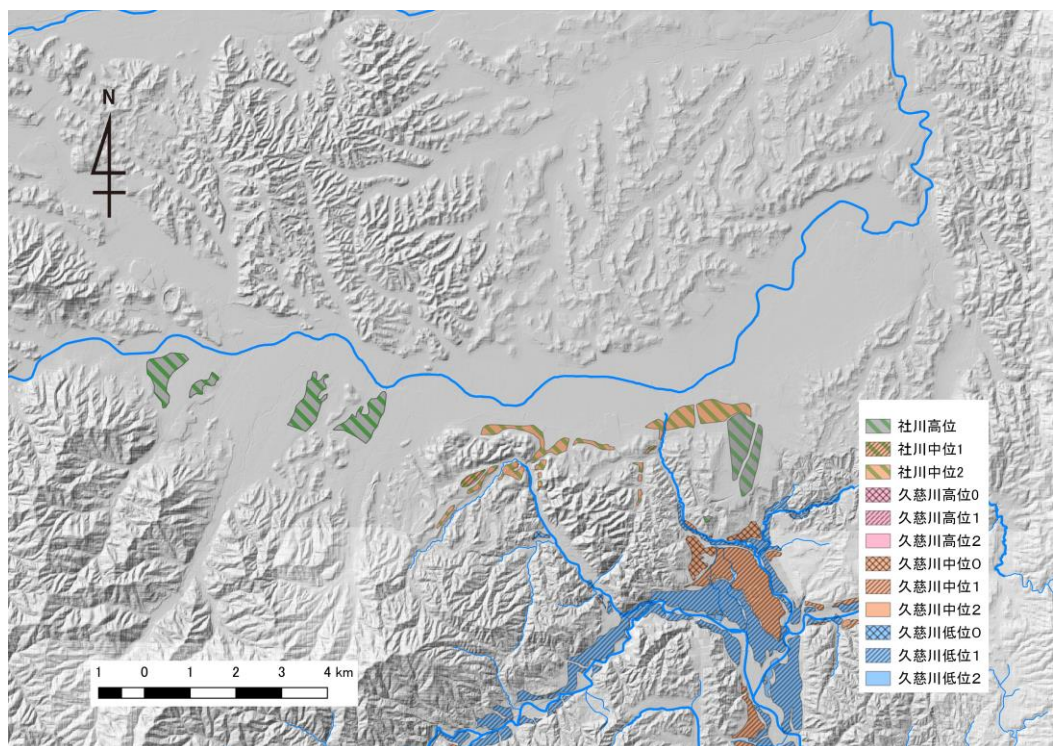


図.23 社川上流での社川高位面の分布

表.3 段丘面編年一覧

段丘面	離水年代	根拠
社川高位面(YH)	200～150 ka	Ns-Sr群を載せる
社川中位2面(YM2)	20～15 kaより少しあと	ローム載せない，扇状地状地形を形作る，争奪に伴い段丘化
久慈川高位 0 面(KH0)	詳細不明，社川高位面に対比されるか	
久慈川高位 1 面， 2 面(KH1, 2)	詳細不明，60 ka頃か？	中・下流の中位段丘と対比可能？
久慈川中位0面(KM0)	詳細不明	
久慈川中位1面(KM1)	30 kaの少し前	「フラッドローム」直上にATを載せる
久慈川中位2面(KM2)	20ka～15 ka頃	ローム載せない，扇状地状地形を形作る
久慈川低位1面(KM1)	10ka～2 ka頃	ローム載せない，構成層は本流成河川のように，段丘面上に弥生時代の遺跡あり

表.4 争奪年代一覧

河川名	争奪年代	根拠
古上台川	200～125 ka	上限：社川高位面(YH)編年 下限：社川高位面(YH)に開析谷無い
古向原川，古下羽原川	20～2 ka	上限：社川中位 2 面(YM2)編年 下限：久慈川低位 1 面(KL1)編年

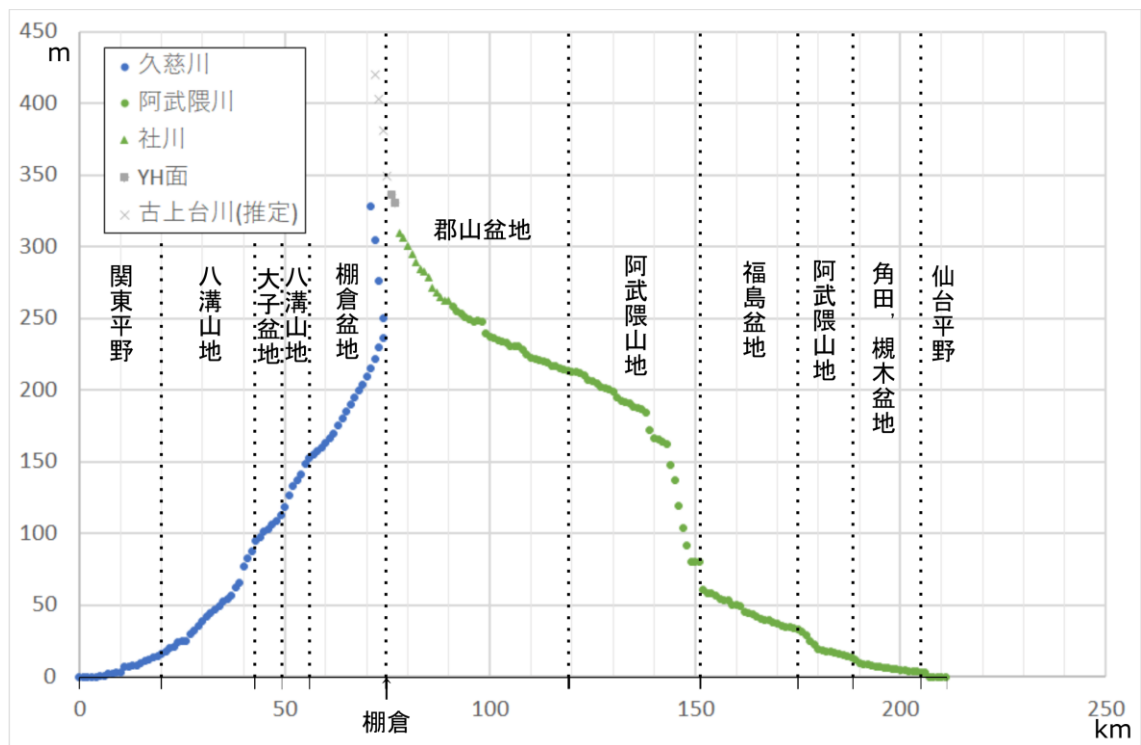


図.24 久慈川水系と阿武隈川水系の河床縦断形の違い

久慈川水系と阿武隈川水系の河床縦断形を久慈川河口から棚倉を通り阿武隈川河口に至るルートで描いた。また河川周辺の地形も文字で示した。

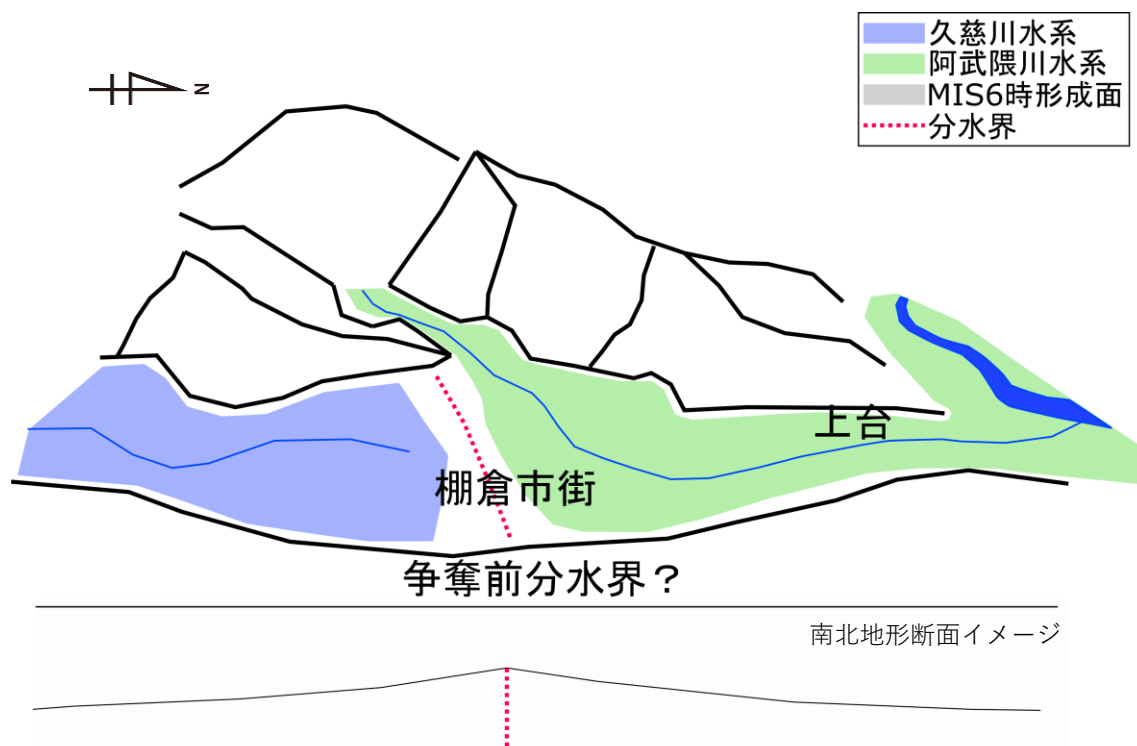


図.25a 社川高位面の争奪(争奪前)

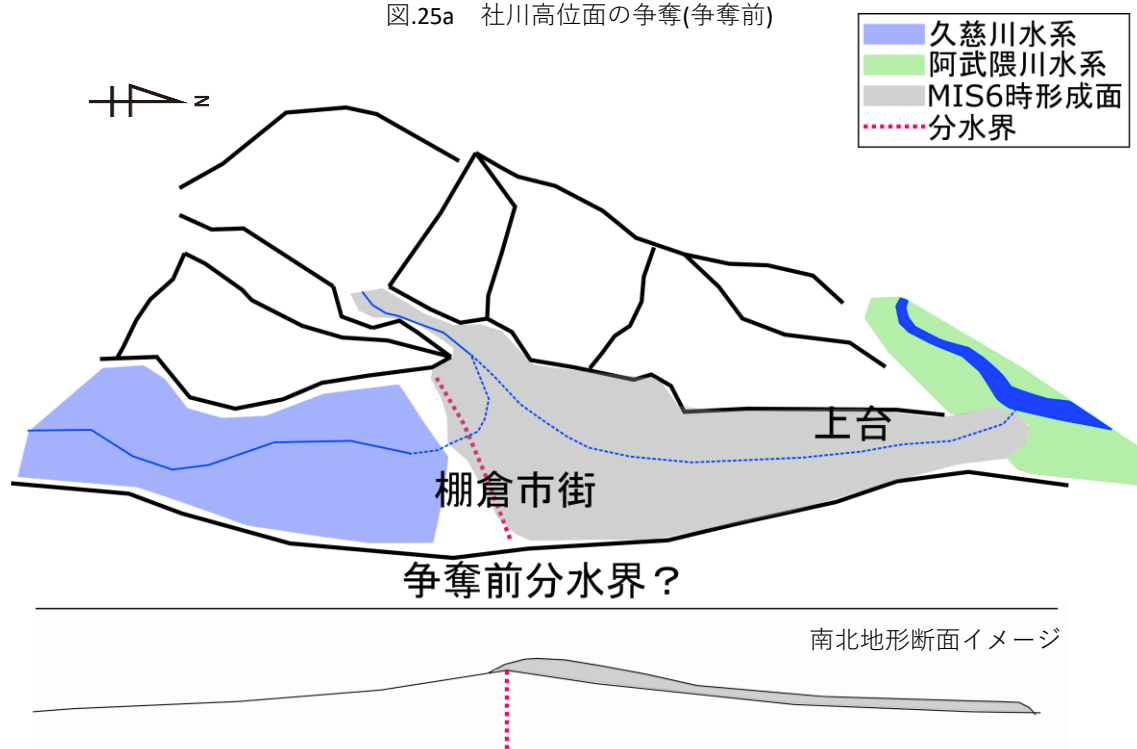


図.25b 社川高位面の争奪(争奪時)

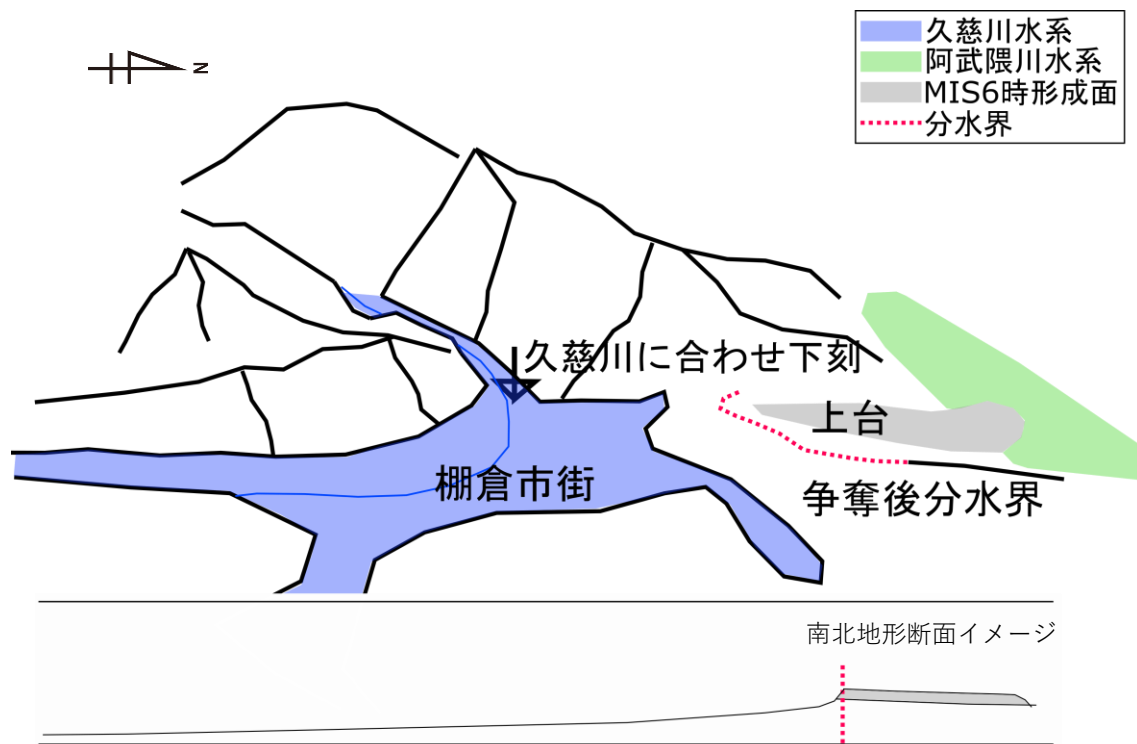


図.25c 社川高位面の争奪(争奪後)

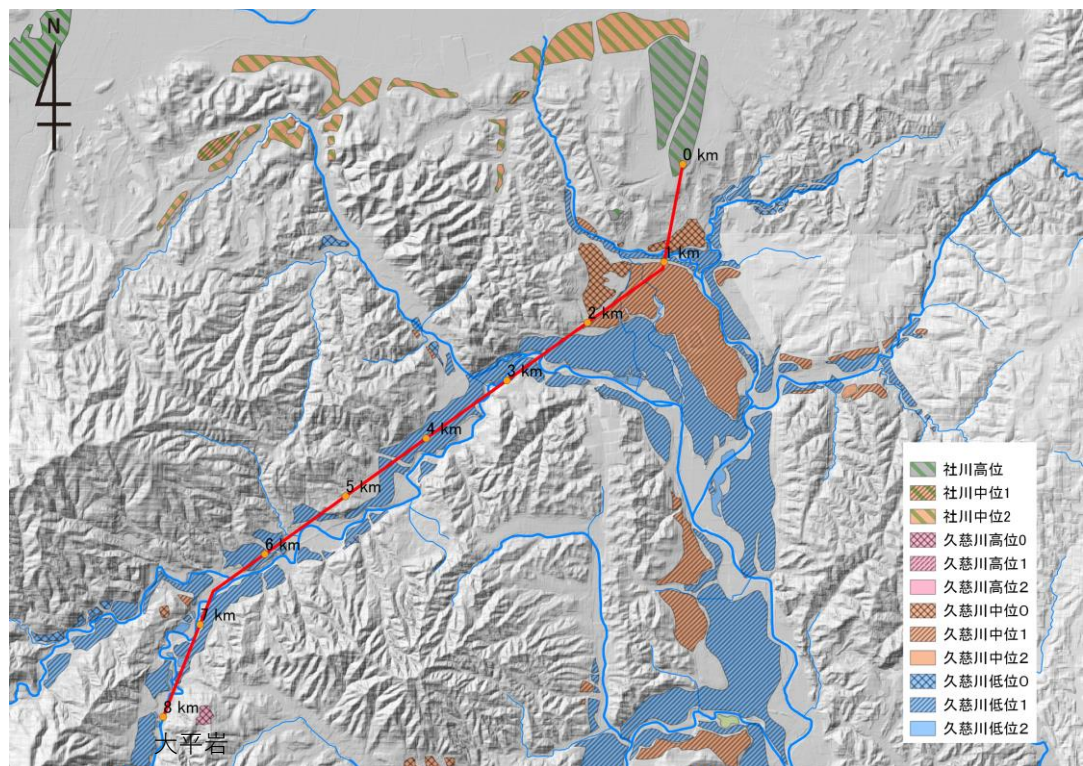


図.26 侵食体積の推定方法

表.5 河川による下刻速度一覧 (核燃料サイクル開発機構, 1999)

河川名	地域名	解析対象期間	平均下刻速度m/10万年
沙流川	北海道	5～15万年	30～150
日高幌別川*		25万年	25～60
新冠川		25万年	15～40
静内川		25万年	25～40
元浦川		25万年	20～25
荒川(新潟)*	東北	32万年	10～40
夏油川*		25万年	5～15
相模川 ³⁾	関東	32万年 ³⁾	25 ³⁾
荒川(秩父) ³⁾		50万年 ³⁾	40 ³⁾
鉾川 ³⁾		32万年 ³⁾	25～35 ³⁾
碓氷川	中部	32万年	15～25
信濃川 ³⁾		32万年 ³⁾	60 ³⁾
三峰川		21万年	20～40
黒部川中・下流		25万年 (6.5万年)	35～80 (210～270)
黒部川中流 ¹⁾		14～15万年 ¹⁾	210～270 ¹⁾
雲ノ平 ²⁾		約30万年より若い ²⁾	200以上
(黒部川上流)			
宮川*		25万年	15～20

表.6a ①勾配9%とした場合の推定侵食速度

上台からの 距離(km)	想定河床 標高(m)	KL1面 標高(m)	比高(m)	198kyの推定侵 食速度 (m/10万年)	110kyの推定 侵食速度 (m/10万年)
2.0	358.2	248.4	109.8	55.5	99.8
3.0	367.2	259.8	107.4	54.2	97.6
4.0	376.2	269.5	106.7	53.9	97.0
5.0	385.2	280.0	105.2	53.1	95.6
6.0	394.2	290.8	103.4	52.2	94.0
7.0	403.2	307.0	96.2	48.6	87.5
8.0	412.2	329.0	83.2	42.0	75.6

表.6b ②勾配11.2%とした場合の推定侵食速度

上台からの 距離(km)	想定河床 標高(m)	KL1面 標高(m)	比高(m)	198kyの推定侵 食速度 (m/10万年)	110kyの推定 侵食速度 (m/10万年)
2.0	358.2	248.4	109.8	55.5	99.8
3.0	369.4	259.8	109.6	55.4	99.6
4.0	380.6	269.5	111.1	56.1	101.0
5.0	391.8	280.0	111.8	56.5	101.6
6.0	403.0	290.8	112.2	56.7	102.0
7.0	414.2	307.0	107.2	54.1	97.5
8.0	425.4	329.0	96.4	48.7	87.6