

浅川産ハチオウジゾウを使った体験学習
のための基礎的研究と実践

2005年

馬場 勝良
慶應義塾幼稚舎 教諭

浅川産ハチオウジゾウを使った体験学習のための基礎的研究と実践

はしがき 2

目次

東京都八王子地域を流れる河川の河床に見られる地層の露出状態 馬場勝良・松川正樹・相場博明・青野宏美・宮下 治・ 小荒井千人・三次徳二・林 慶一・坪内秀樹	3
八王子市北浅川産長鼻類化石（ハチオウジゾウ）について 相場博明・馬場勝良・松川正樹	10
東京周辺の鮮新—更新世の古生態系——生態系学習の教材化に向けて—— 松川正樹・中西亮平・馬場勝良・柴田健一郎・相場博明	18
ハチオウジゾウを用いた地学野外実習 ——室内学習と野外学習の比較に基づく地質学習の意義と評価方法の検討—— 相場博明・小林まり子・松川正樹	26
ハチオウジゾウ発掘記 相場博明	38

※図表は各章末尾に収録しています

はしがき

筆者らは、過去20年間ほど多摩川中流域に分布する上総層群の地質と化石を研究し、この成果に基づいて地質野外実習のための教材化を進めてきた。近年この地域より、ハチオウジゾウなど、大型脊椎動物化石の発見が相次ぎ、地質野外実習地として、新たな展開の可能性が示唆されている。ハチオウジゾウとは、私たちのグループが2001年12月に北浅川の河床から発見・発掘した新種の可性がある長鼻類の骨格化石である。秋川流域と浅川流域の河床に露出する鮮新-更新統上総層群からは、これまでミエゾウとアケボノゾウの産出が知られているので、今回発見したハチオウジゾウを加えてこの地域は長鼻類の進化を研究するための第一級の場所となった。

この検討のためには、この地域に分布する上総層群の層序、古環境と共存化石の研究が必要であり、まず、八王子市内および周辺地域の地質調査を行った。都市化の進んだ市街地には露頭はほとんど無いが、市内を流れる河川改修の進んだ河川の河床や河岸には良い露出が見られたので、ここでは、まず、基礎資料として、地層の露出状態を記録し、これらの地層に挟まれる火山灰層を用いて、フィッシュトラック法による数値年代を測定した。

これと平行して、北浅川の上総層群から発掘した長鼻類骨格化石のクリーニングを行った。得られた6個の臼歯と2本の切歯、そして大腿骨などの骨の一部を基に、古生物学的検討を行い、英文記載論文の準備を進めている。

前述のように、東京周辺の鮮新-更新統からは多くの脊椎動物骨格化石や足跡化石・植物化石産出の報告があるので、これらの資料をもとに、過去の環境や生態系を解析・復元することを試みた。現在の環境や生態系は、過去から引き継がれてきた結果であるので、それらの理解のためには、過去の環境や生態系を解析し、復元することは重要である。

最後に、ハチオウジゾウを産した八王子市檜原の北浅川河床に露出する地層や化石を基に、ハチオウジゾウを用いた新たな野外地質教材の教材化を行った。教材化と実践を行うにあたり、野外実習だけを実施するのではなく、教室をできる限り野外に近づけた室内学習も計画、実施し、それら2つの実習についての評価も行い比較研究を行った。2つの実習を比較することにより、室内実習はどこまで野外実習の代わりになりうるのかということが明らかになると同時に、野外実習ならではの教育的な効果についても言及し、新たな視点で野外実習の重要性を指摘した。

東京都八王子地域を流れる河川の河床に見られる地層の露出状態

馬場勝良¹・松川正樹²・相場博明¹・青野宏美³・宮下 治⁴・
小荒井千人⁵・三次徳二⁶・林 慶一⁷・坪内秀樹⁸

- 1 慶應義塾幼稚舎
- 2 東京学芸大学教育学部自然科学系環境科学分野
- 3 岐阜聖徳学園大学教育学部
- 4 東京都教育委員会
- 5 慶應義塾湘南藤沢中学・高等学校
- 6 大分大学教育福祉科学部
- 7 甲南大学理工学部地学教室
- 8 芝浦工業大学中学高等学校

はじめに

関東平野西部と山地との境界付近に位置する東京都八王子周辺の地域には、房総半島に模式地を持つ鮮新-更新統の上総層群が分布している。この地域の標準層序は、主に海成層からなる南の多摩丘陵地域でたてられている（高野，1994）。一方，八王子市北方の加住丘陵などは主に陸成層からなっており，異なる地層名が用いられている（松川ほか，1991）（表1）。八王子市街地域は上総層群堆積時代の古環境は海と陸の境界付近にあたっていることが推測され，また，この地域からは大型脊椎動物化石の発見が相次いでいることから，地質学的・古生物学的に重要な地域である。しかし，八王子地域は，都市化が進んでおり，露頭の現れる機会は少ない。

この地域を流れる河川は台地や丘陵地を深く削り込んでいるものがあり，露出があれば基盤の地層にまで達している。都市化に伴って河川改修が進んだ結果，河川の河床や河岸に地層の露出が見られるところの多いことが分かった。しかし，この地層の露出も年ごとに浸食され，河床礫によって覆われている。ここでは，八王子市を流れる河川の河床を調査し，主として上総層群の地層の露出状態を記載する。

八王子市を流れる河川は，西から東へ流れるものが多く，北より谷地川，川口川があり，浅川は北浅川と南浅川に別れ，さらに城山川がある。八王子市南部には湯殿川がやはりほぼ東西に流れ，これに南から注ぐ兵衛川，寺田川，および殿入川がある（図1）。ここでは，以上の10河川を調査した結果を述べる。

1 谷地川

八王子市宮下町宮下中学校南方の宮下橋上流100mの地点より，下流の日野市栄町の多摩川合流地点までの調査を行った（図2-5，-6，-11，-14，図3-1参照）。河川改修の進んでいる中・下流部で露出が良く，礫層および砂層が広く見られ，石川町に露出する砂層からは貝化石・および生痕化石を産する。

宮下橋の上流50～10mには主に礫層が露出し，上流側には砂層が，下流側にはうすい泥層が見られる。加住町加住町会館北東側にかかる高橋の上流100mと50mの2地点には，礫層が見られる。丹木町城山下橋の下流80～60mにわたっては，礫層が露出している。丹木町八王子乗馬クラブの南にかかる高橋の直下から下流へ30mまでには礫層が露出し，その下流側にはうすい泥層が見られた。同じく丹木町滝山橋直下から上流20mにわたって礫層が露出している。滝山町新横山橋下流40mほどの所には，礫層がわずかに露出している。左入町左滝橋上流50mの地点から下流へ宇津木町新権水橋までは，広く礫層が露出している。国道16号線が横切る左入町左入橋の下流70mの谷地川右岸には，礫層中に薄い軽石質砂層を挟んでいる。なお，新権水橋の上流170～100mにわたっての地域は露出がない。宇津木町と大谷町の境界にかかる青木橋上流100mの地点には，泥層が露出している。

青木橋上流70mから下流に向かっては広く砂層が露出しており，八高線が横切る地点の下流1

50 mの石川町新日向橋付近まで連続的に露出しており、貝化石と生痕化石を多産する。これより下流部はまた露出が乏しくなり、石川町新鶴見橋と下田橋の上流にそれぞれ砂層がわずかに露出している。

さらに下流の日野市栄町の新旭橋上流で露出が良好となる。新旭橋の上流120 mほどのところには厚さ50 cmほどの礫層が露出しており、さらに上流には厚さ1 mほどの砂層が見られた。この礫層から下流部はやや泥質な砂層が広く露出しており、貝化石や生痕化石を含んでいる。新旭橋より下流400 mほどは露出がないが、さらに50 mほど下流には川底に砂層が見られ、貝化石も産する。これより下流には砂質の礫層が見られ、多摩川との合流武付近では泥層が見られる。

新権水橋より上流に露出する礫層などは、飯能層に相当する。青木橋上流付近から新旭橋下流450 mに露出する砂層までが平山層で、そこより下流側に露出する礫層・泥層は小山田層である。

2 川口川

八王子市川口町、川口小学校北西の片井戸新橋から、下流の浅川合流地点までを調査した（図2-1, -6, -7, 図3-2参照）。川口川は浸食が浅く現世礫の堆積が進んでおり、片井戸新橋から下流の中野上町原屋敷橋までのおよそ5 kmにわたっては露出が見られなかった。露出のあった地域は浅川との合流点から上流1 km程度の範囲だけで、主に泥層が見られる。

原屋敷橋の下流から同じく中野上町の山王橋下流200 mまでには泥層が露出している。中野上町の咳守橋上流70 mの地点には、左岸に厚さ70 cmの泥層とその上にクロスラミナの発達した砂層が30 cmほど見られた。浅川との合流点にあたる中野橋の上流30 mから浅川との合流点までは広く泥層が露出している。

ここに露出する泥層は大矢部層に相当するものと考えている。

3 浅川

八王子市元本郷町の鶴巻橋上流に位置する南浅川との合流から下流へ、京王線南平駅の北側にあたる日野市豊田町2丁目までを調査した。全体に河床礫に覆われており露出は悪いが、中野上町浅川橋下流と元横山町暁水管橋下流に露出がみられた。また、日野市平山城址公園駅の北方に位置する平山橋下流にも露出がある（図2-7, -12, -13, 15, 図3-2参照）。

浅川橋上流250 mほどには砂質泥層が見られ、その上位には生痕化石を含む砂層が見られる。浅川橋下流には200 mにわたって広く泥層が露出している。球果や木片を含み、ときに大きな流木も見られる。上位には生痕化石を含む砂層や泥層が重なり、川口川の合流より150 m下流では砂層が厚くなり、さらに下流部には広く礫層が露出する。これより下流の元横山町浅川大橋までは露出がない。浅川大橋下流には礫層と泥層がわずかに見られる。暁水管橋の下流には砂質泥層が広く露出し、砂質部には生痕化石が多い。水管橋の下流150 mからは10 mにわたって礫層が露出する。これより下流は、日野市平山城址公園駅の北方にかかる平山橋まで露出はない。

平山橋付近は古くから平山貝層として有名な化石の産地である。橋の上流左岸に貝化石を含む砂層の露出があり、下流側にも河床に砂層が露出しており、貝化石が多い。平山橋より下流750mほどの豊田2丁目にあたる浅川左岸に、わずかに生痕化石を含む泥質砂層の露出がある。

浅川橋下流に露出する泥層は大矢部層、暁水管橋より下流の露出は平山層のものと考えている。

4 北浅川

八王子市上壺分方町陵北大橋から下流の浅川合流地点までを調査した（図2-1，-7，図3-4参照）。この地域の露出状況については、相場（1991，2002a，2002b），松川ほか（1991）にも詳しい。

八王子市上壺分方町の天使病院北方には北浅川に堰があり、堰の下流部120mにわたって基盤の小仏層の頁岩が露出し、その上に上総層群の礫層・泥層が不整合で重なっている。さらにそこから250m下流までは基盤の頁岩だけが露出している。上壺分方小学校北側では、ふたたび不整合が見られ、上総層群の基底部には礫層・泥層・火山灰層が見られ、そこより下流部にはおよそ1350mにわたって、四谷町の松枝橋上流150mまで断続的に礫層が見られる。松枝橋の下流は河床礫に覆われ、露出はない。

中央高速自動車道陸橋の上流250mには礫層が見られ、それより下流側南浅川との合流付近までは主に砂質泥層が広がる。砂質泥層中にはうすい砂層や浮石質砂層をはさむ。また、立木化石や球果の化石植物片を多量に含む。城山川合流地点の上流右岸からは、長鼻類の臼歯、切歯（牙）が産出した。左岸からは長鼻類・偶蹄類の足跡化石が産出した。

北浅川に露出する上総層群はすべて寺田層である。

5 城山川

八王子市元八王子町出羽橋より上流は河川改修が進んでいないので、出羽橋から北浅川との合流地点までを調査した（図2-2，-7，図3-6参照）。全体に露出が悪く、部分的に泥層などがみられた。

出羽橋から下流のいなり橋にかけては、泥層が見られた。元八王子町月夜峯新橋から関戸橋にかけては、泥層を挟む礫層が見られた。その下流にかかる不動橋の上流にも泥層がわずかに露出している。さらに下流のしんどう橋付近にも泥層がわずかに見られる。叶谷町三村橋より下流には広く泥層が見られ、すぐ北の北浅川に露出する泥層の連続であることがわかる。

この地域で見られる泥層などは、すべて寺田層のものである。

6 南浅川

八王子市廿里町より浅川との合流地点までを調査した。現世の河床礫に覆われているところが多く、全体的に露出が悪い。露出が確認できたところはすべて、泥層や礫混じりの泥層であった。

(図 2 - 3, - 8, - 7, 図 3 - 5 参照).

高尾駅北方の敷島橋西方に基盤岩の小仏層を確認できた。廿里町陵南大橋上流の川底に礫混じりの泥層が露出しており、さらに下流の古道橋上流に泥層がわずかに露出していた。長房町陵東橋から下流の睦橋にかけても、ところどころに泥層がわずかに露出していた。長房町五月橋付近には木片を多量に含む泥炭質泥層が広く露出しており、直径 1. 2 m の立木化石が見られた。秋川との合流付近にはやや砂質な泥層が露出している。

廿里町付近に露出している礫混じりの泥層の層準は不明である。五月橋に露出する泥炭質泥層は、北浅川のメタセコイア化石林を含む泥層の延長部で、寺田層である。

7 湯殿川

八王子市館町館ヶ丘団地西側より東へ長沼町の浅川合流までを調査した。湯殿川は河川改修が進んでおり、広範囲にわたって露出が良好であった (図 2 - 4, - 9, - 13, 図 3 - 7 参照).

館町館ヶ丘団地西側から狭間町にかけては、基盤の小仏層が露出しているが、館町和合橋上流 300 m までは露出がない。和合橋の上流 300 m には礫層がわずかに露出し、そこから下流には主に火山灰質な泥層が露出している。和合橋下流には同じく火山灰質な泥層が見られ、礫層や砂層を挟んでいる。砂質泥層中には生痕化石が見られた。和合橋の下流 300 m には砂層が露出しており、貝化石を産した。館町新田中橋上流には青灰色泥層が広く露出しており、部分的にうねっている。この泥層からも貝化石を産する。

梶田町田中橋から境橋にかけては、泥質砂層が露出しており、田中橋付近からは生痕化石を、境橋付近からは貝化石を産する。梶田中学校前付近から下流の梶田橋にかけては、広い範囲で泥炭質泥層が露出している。とくに、梶田橋上流 100 m では木片を多量に含んでいる。梶田橋から小比企町白旗橋にかけては露出がない。白旗橋下から下流へ 200 m ほどはやや砂質な泥層が露出しており、貝化石や生痕化石を含んでいる。さらに下流の小比企町大橋にかけても、泥層が見られる。

大橋の下流からは片倉町にかけて砂層が優勢となる。大橋の下流 100 m ほどには礫層とうすい泥層および砂層が露出している。さらに下流の小比企町釜戸橋上流 200 m には厚さ 2 m 以上の礫層が露出している。釜戸橋から下流の小比企町稻荷橋までは、不連続ではあるが砂層の露出が顕著である。稻荷橋からカタクリ橋下流までは露出がない。片倉町時田大橋の上流 150 m から風原橋の下流 100 m までは砂層が広く露出している。

片倉町住吉橋の上流 100 m には礫層が露出しており、これより下流には泥層が広がる。橋の下流 50 m までは泥層で、ここには貝化石が含まれている。さらに下流の新山王橋の上流 100 m にも泥層が露出し、この上に重なる細流の砂層が観察される。新山王橋から打越橋下流までは露出がない。日向前橋付近には礫層が広く露出している。八幡橋から時見橋にかけては、下部に礫層を挟む泥層が露出している。時見橋から秋川の合流までは露出がなかった。

新田中橋より上流に露出する泥層や礫層などは、上総層群の寺田層より下位の館層 (高野, 1994)

に属するものである。館層と上総層群との境界は新田中橋と田中橋の間にあるものと推定している。新田中橋から住吉橋上流の砂層までは寺田層，そこより下流側に露出する地層は大矢部層である。

8 兵衛川

八王子市宇津貫町南東部，福昌寺南方の横浜線沿いの地域から湯殿川との合流地点までを調査した。上流部では露出に乏しく，下流部にわずかに露出が見られた。（図2-9，-10，-13，図3-8参照）

福昌寺南方の横浜線沿いの河岸には，河床から高さ3m程の礫層が見られ，その上には厚さ2m以上の泥層が見られる。横浜線八王子みなみ野駅北東から片倉町の由井第二小学校西にかけての河床には，ところどころ泥層が見られる。とくに，由井第二小学校西ではわかりやすい。横浜線片倉駅東の藤谷戸橋付近には細粒砂層が広く露出しており，生痕化石が含まれている。

この地域で見られた礫層は大矢部層基底の礫であり，泥層や砂層も大矢部層である。

9 寺田川

八王子市寺田町上寺田付近より湯殿川合流までを調査した。中・上流部にはまったく露出がなかったが，下流部により露出がみられた（図2-10，図3-8参照）。

寺田町榛名橋と大船町寺田川橋の間のおよそ400mには泥層が広く露出している。榛名橋付近では泥炭泥層で，木片を多量に含んでいる。橋より200mほど下流では，生痕化石の含まれる泥層となり，さらに下流では貝化石を含む青色の泥層となる。

この地域に露出する泥層は湯殿川の櫛橋上流に露出している泥層の連続で，寺田層である。

10 殿入川

八王子市館町の殿入橋上流から湯殿川合流までを調査した。露出状態は悪く，館町池の沢橋付近にわずかに露出が見られただけである（図2-4，図3-8参照）。

殿入橋より上流は基盤の小仏層が露出している。林田橋の下には，泥まじりの礫層がみられ，下流の池の沢橋付近にかけて上位に厚さ2m以上の貝化石を希に含む青色泥層が重なっているのが観察できた。

この地域に露出する礫層および泥層は，上総層群の寺田層より下位の館層に属するものである。

文 献

相場博明(1991)：不整合の指導法の研究—八王子市北浅川河床を例として。地学教育, vol. 44, p. 53-60.

相場博明(2002a)：北浅川上壱分方地域の地質野外実習案内。とうきゅう環境浄化財団研究助成, no. 137, p. 264-267.

相場博明(2002b)：北浅川植原地域の地質野外実習案内. とうきゅう環境浄化財団研究助成, no. 137, p. 268-271.

松川正樹・馬場勝良・藤井英一・宮下 治・相場博明・坪内秀樹(1991)：多摩川中流域に分布する上総層群の古環境解析とそれに基づく地質野外実習教材の開発. 多摩川環境調査助成集, vol. 13, 270p.

植原植物化石層研究グループ (1967)：東京都八王子市北浅川河床に発見した新第三紀化石直立樹幹群ならびにこれにともなう植物群 (予報). 地質学雑誌, **73**, p. 441-442.

高野繁昭 (1994)：多摩丘陵の下部更新統上総層群の層序. 地質雑, **100**, p. 675-691.

表 1 多摩丘陵地域と加住丘陵地域の上総層群の対比

	多摩丘陵 高野 (1994)	加住丘陵 松川ほか (1991)
上 総 層 群	小山田層	
	平山層	平山層
	大矢部層	飯能層
	寺田層	
	館層	
	基盤 (小仏層)	基盤 (秩父累帯)

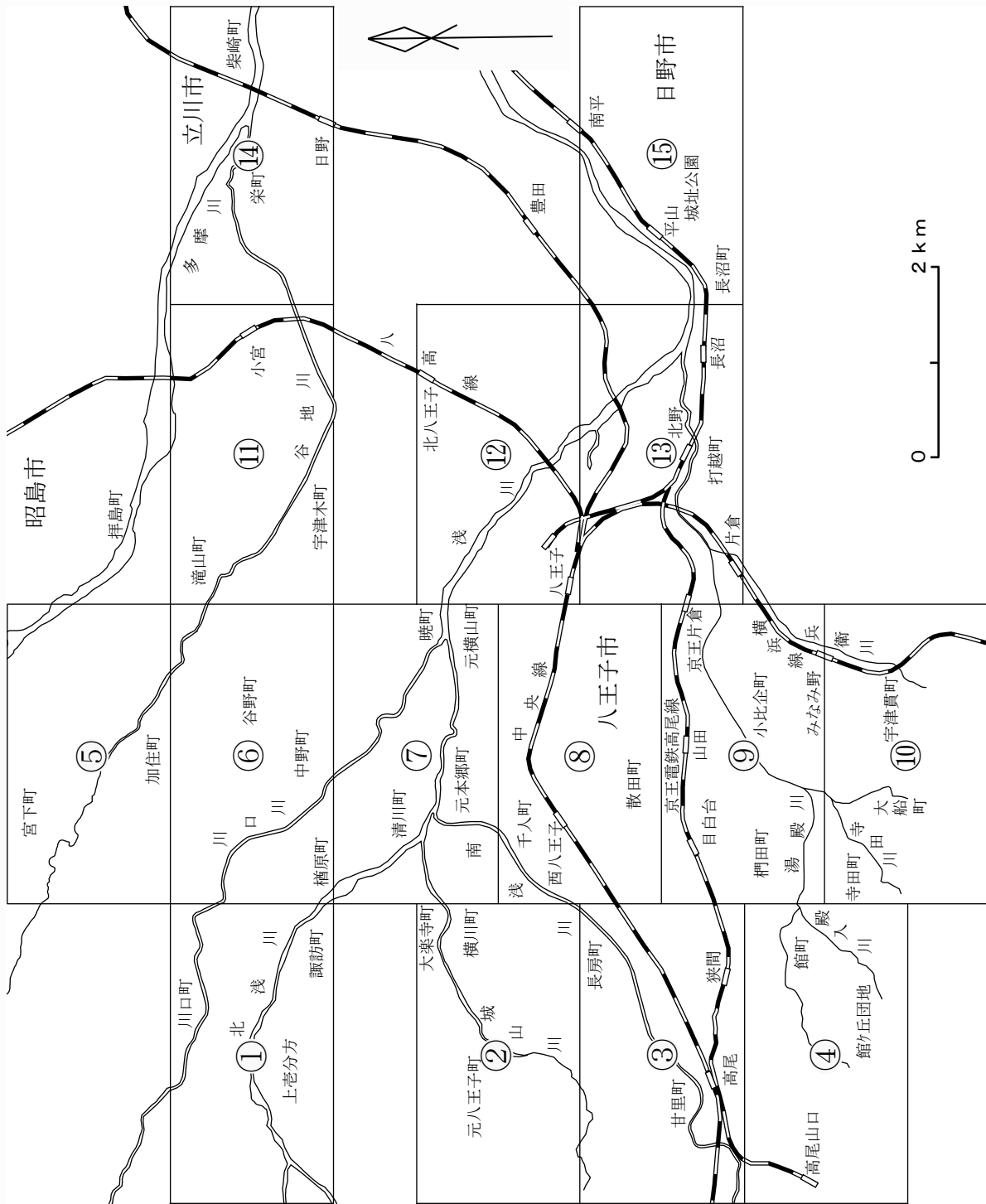
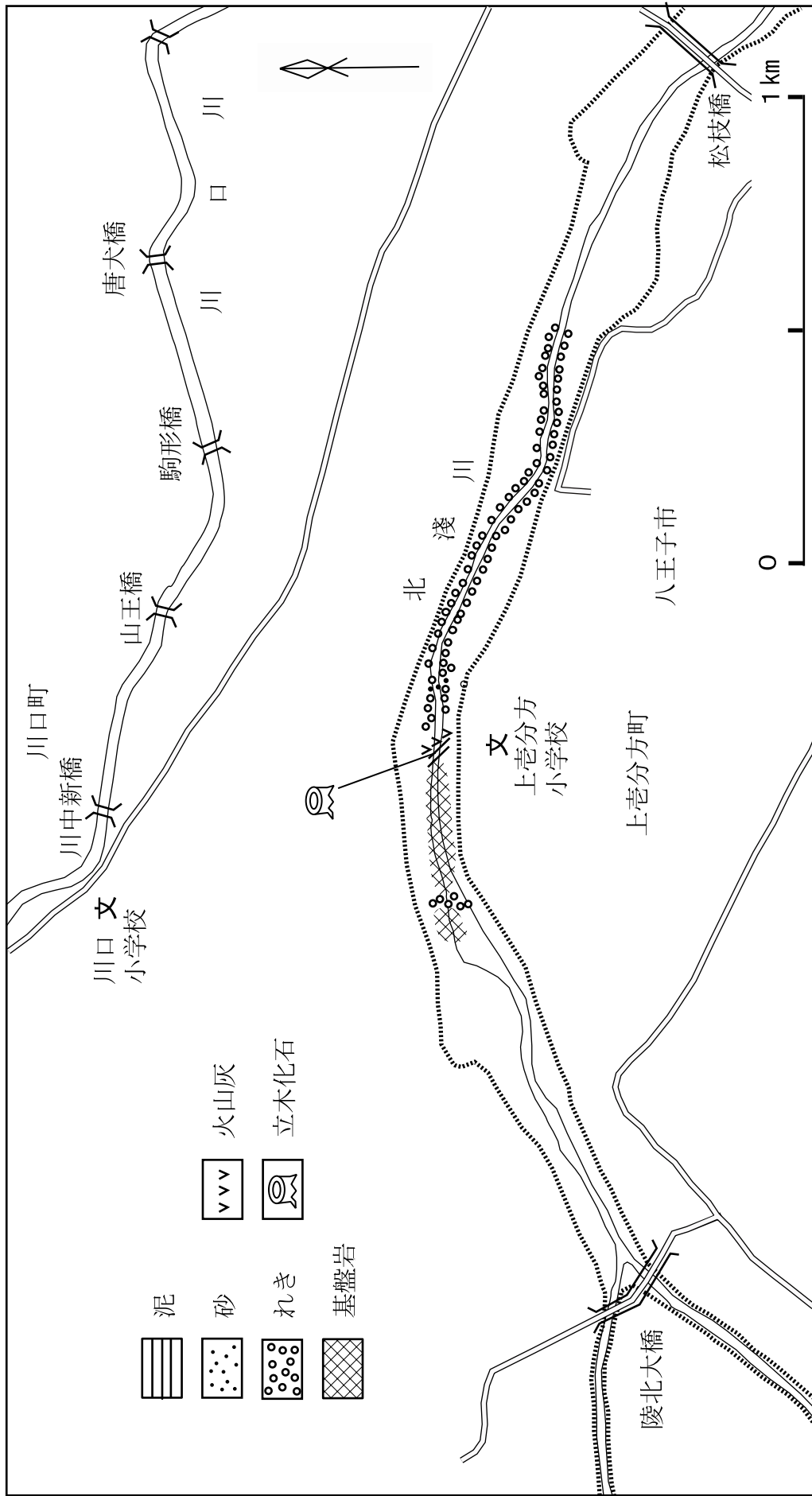
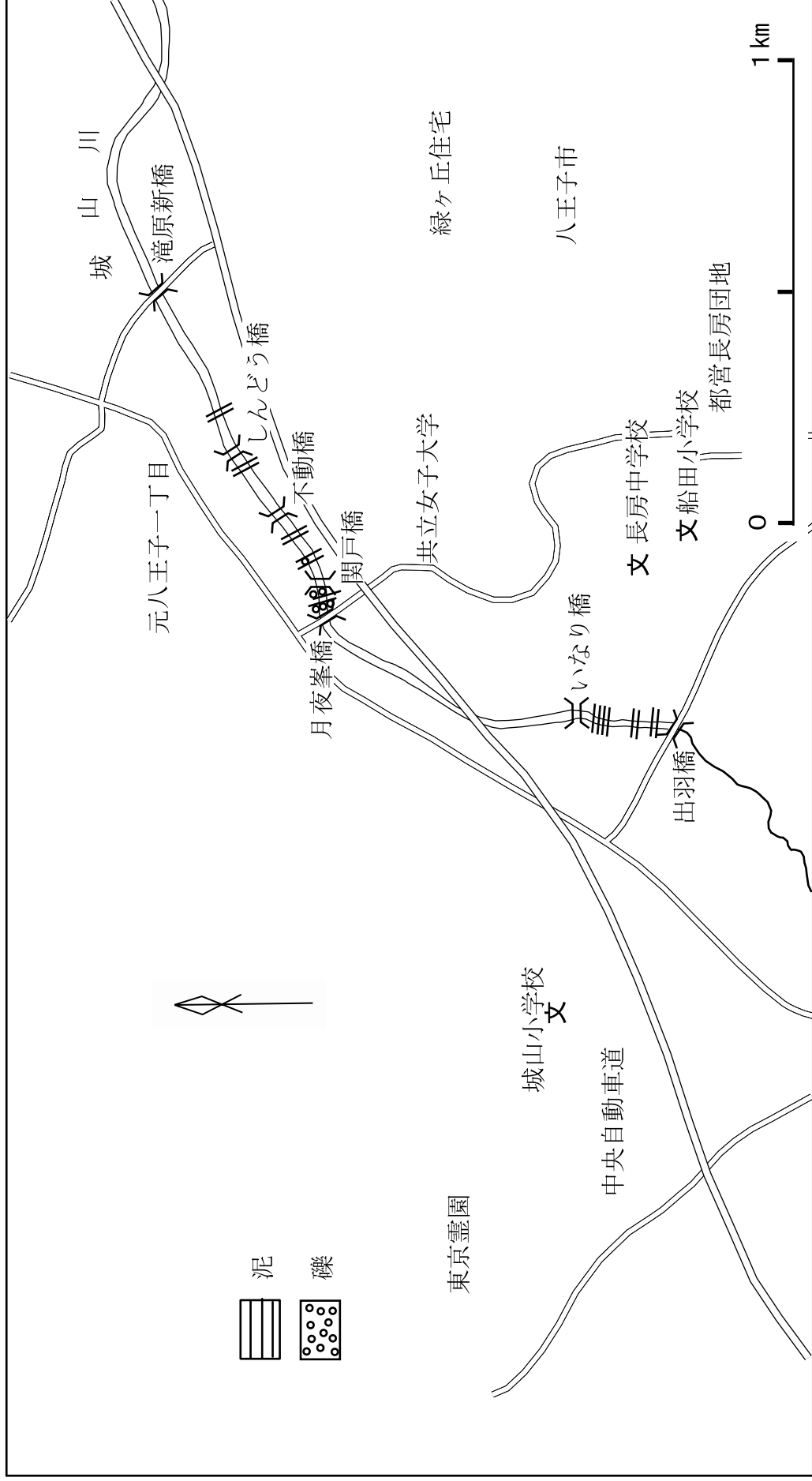


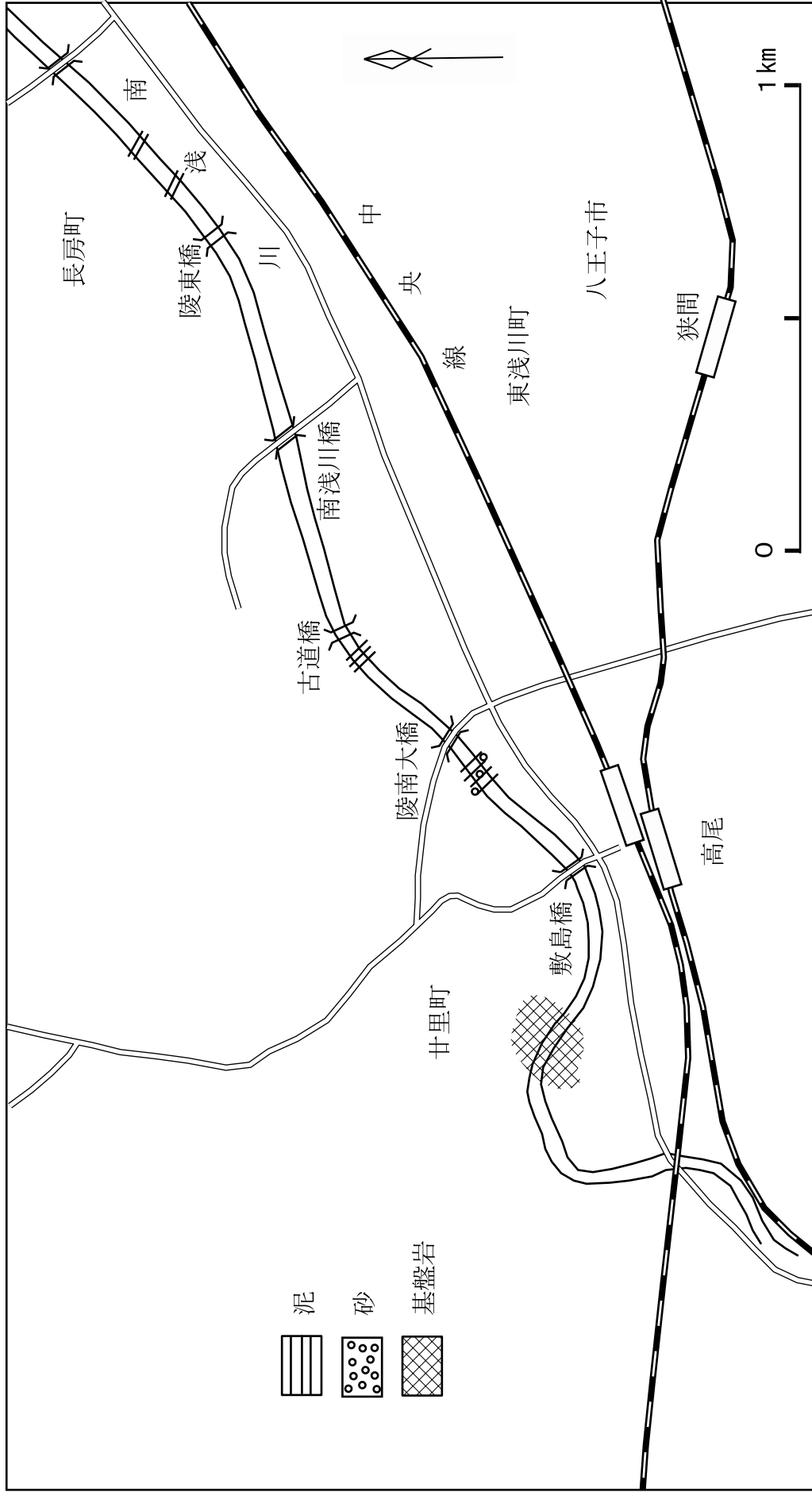
図1 八王子市を流れる河川の河床に見られる地層の露出状態調査 (①～⑮は、図2に対応)



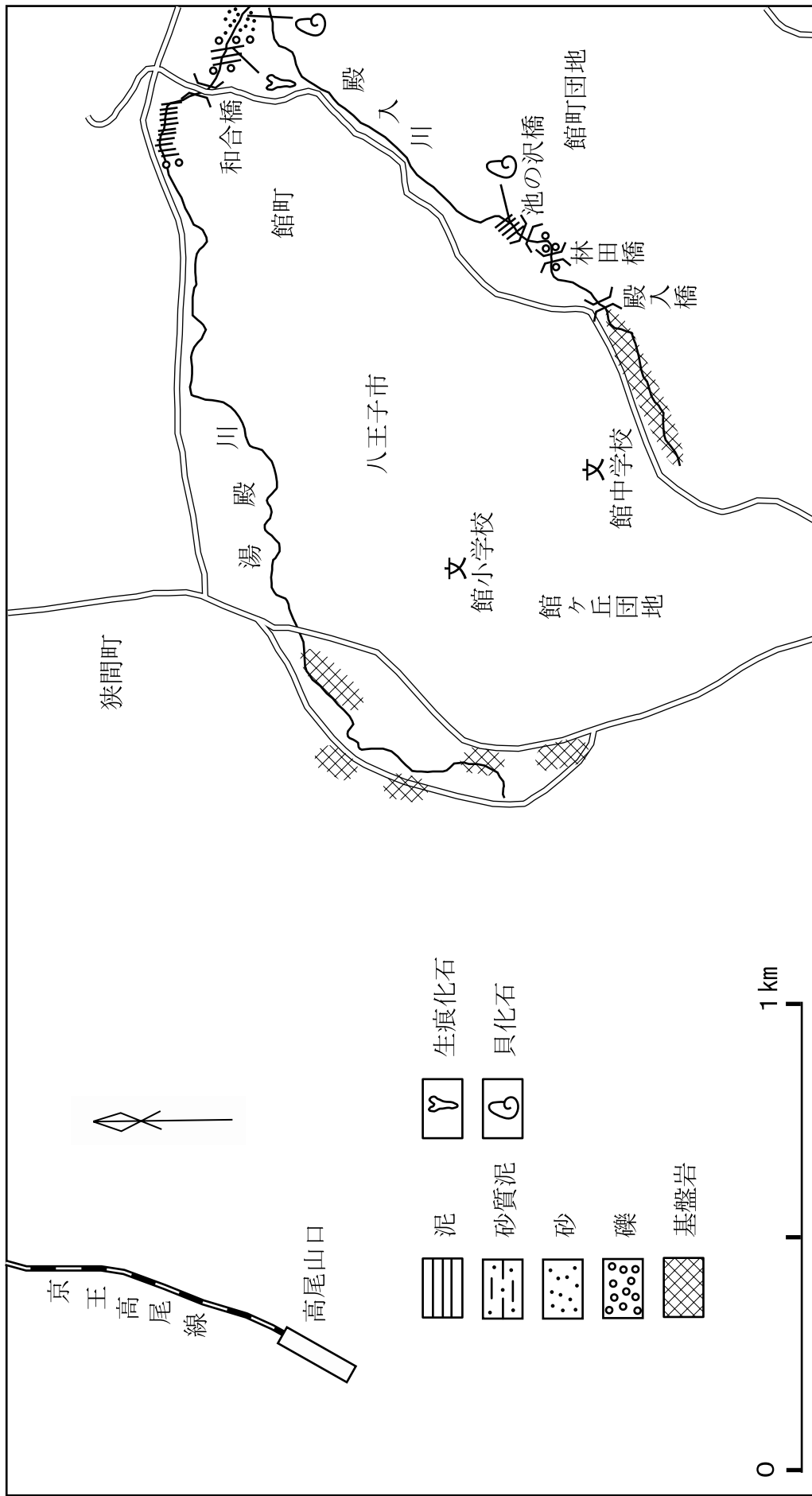
第2図一1 川口川西部および、北浅川西部地域河床の露出状態



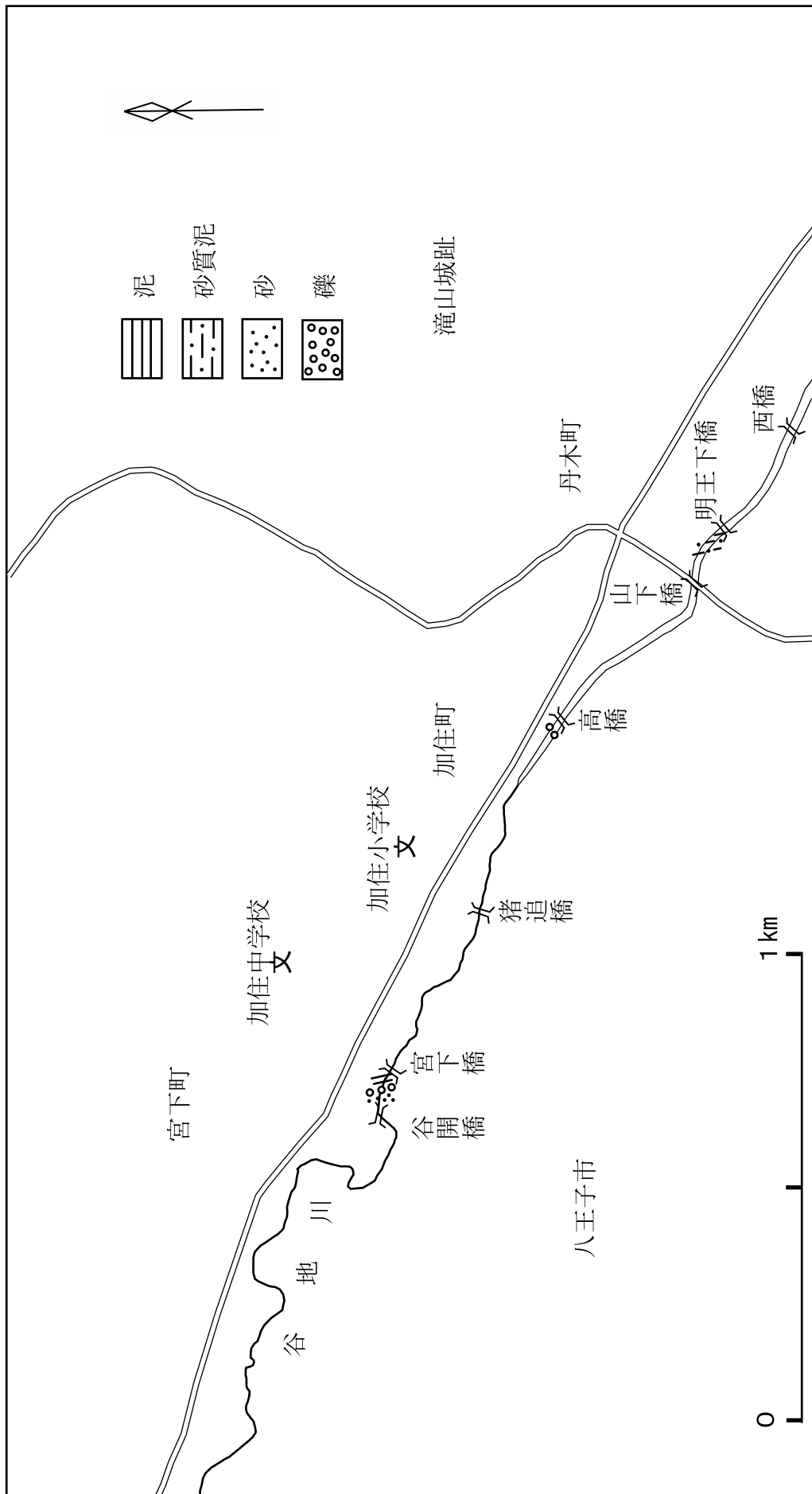
第2図一2 城山川西部地域河床の露出状態



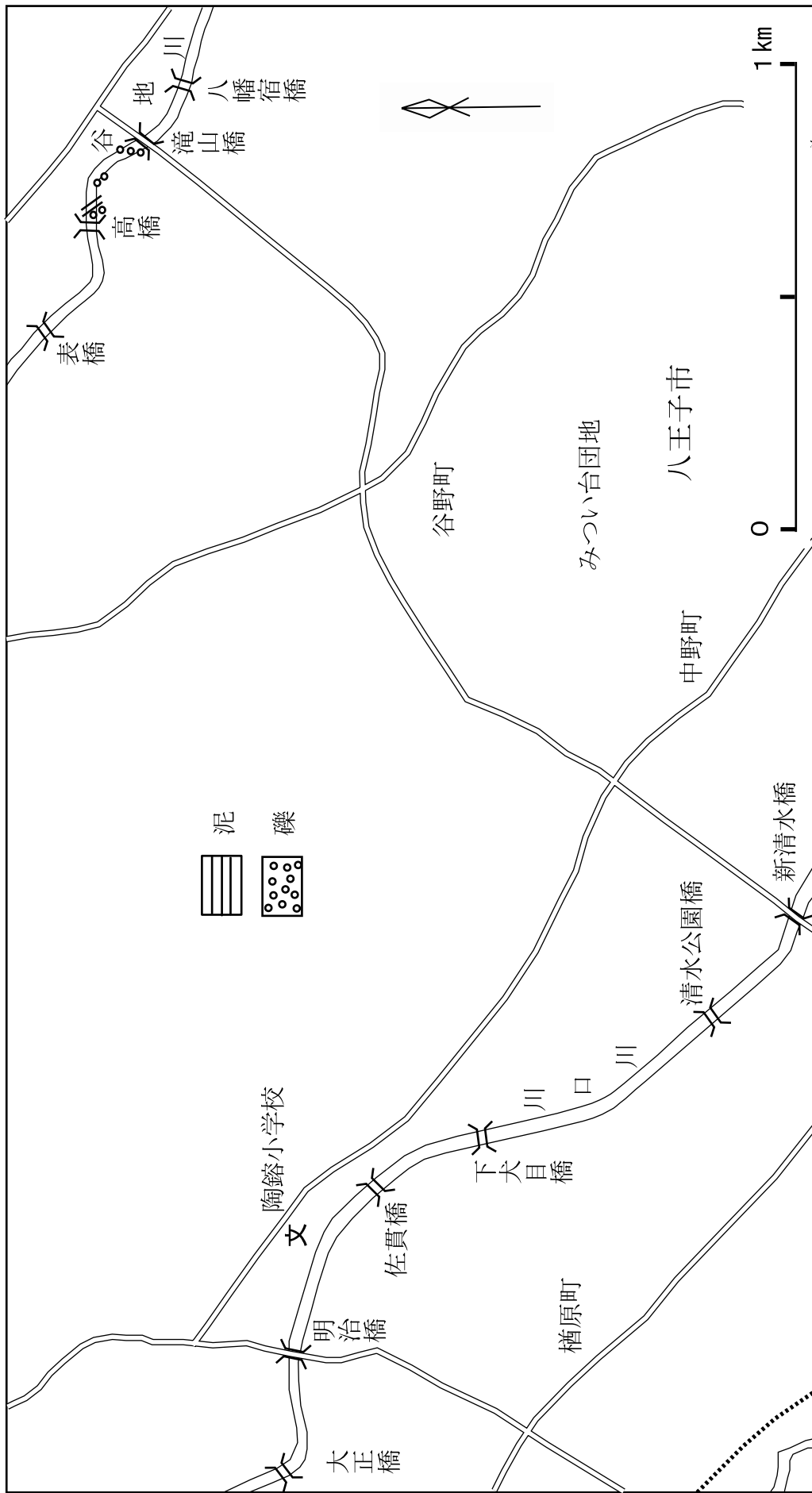
第2図一3 南浅川西部地域河床の露出状態



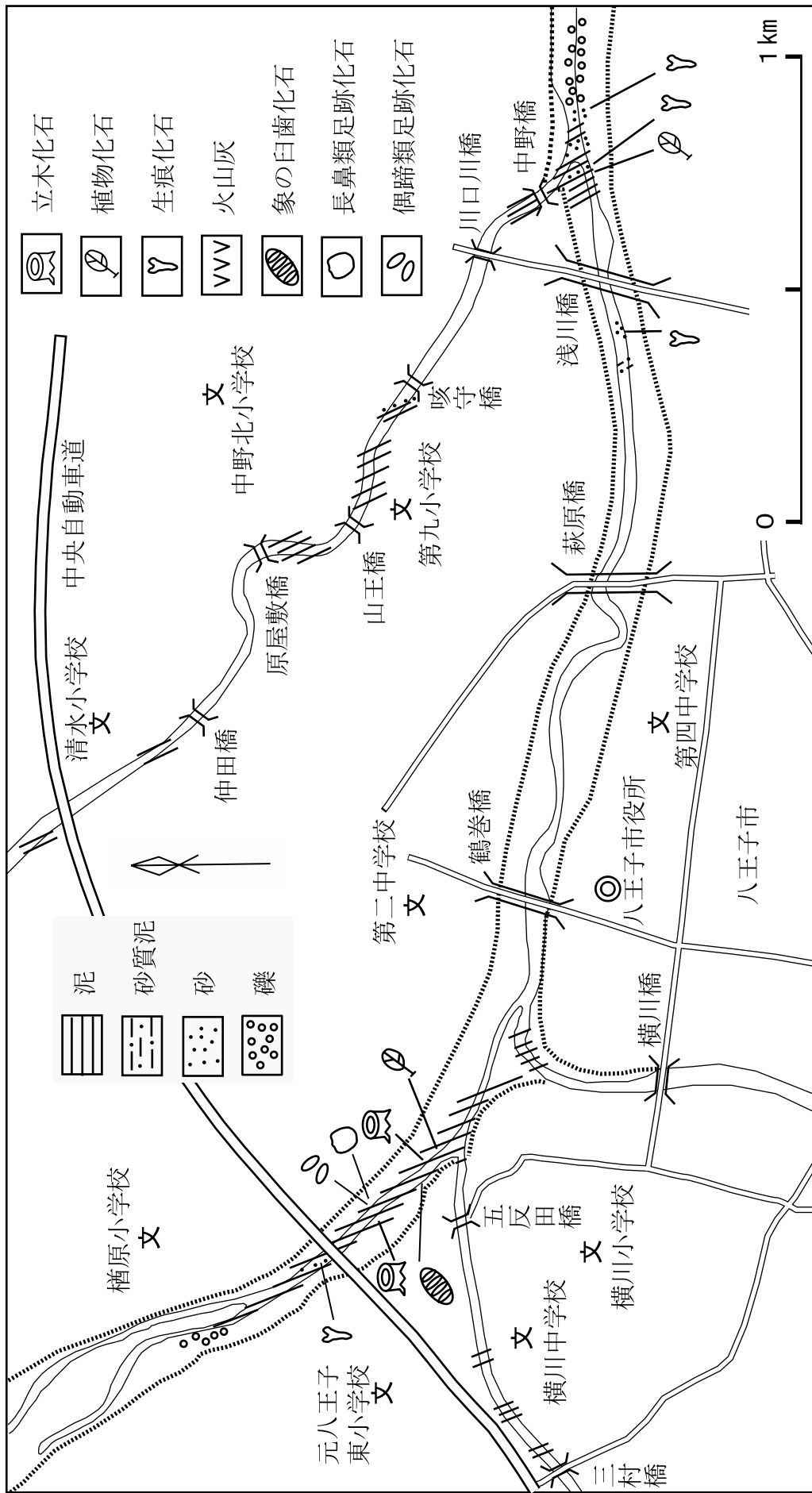
第2図一4 湯殿川西部地域および、殿入川河床の露出状態



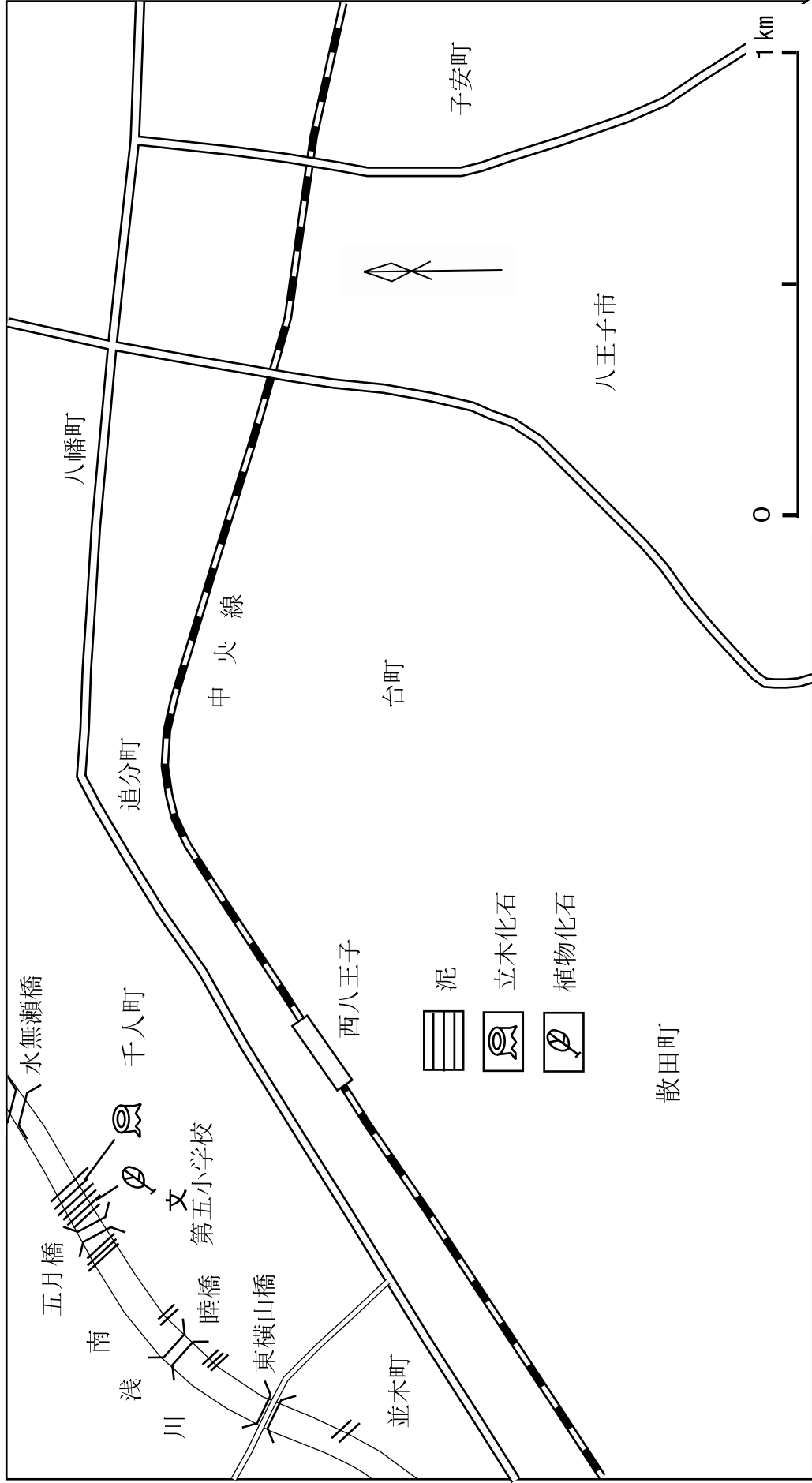
第2図一5 谷地川西部地域河床の露出状態



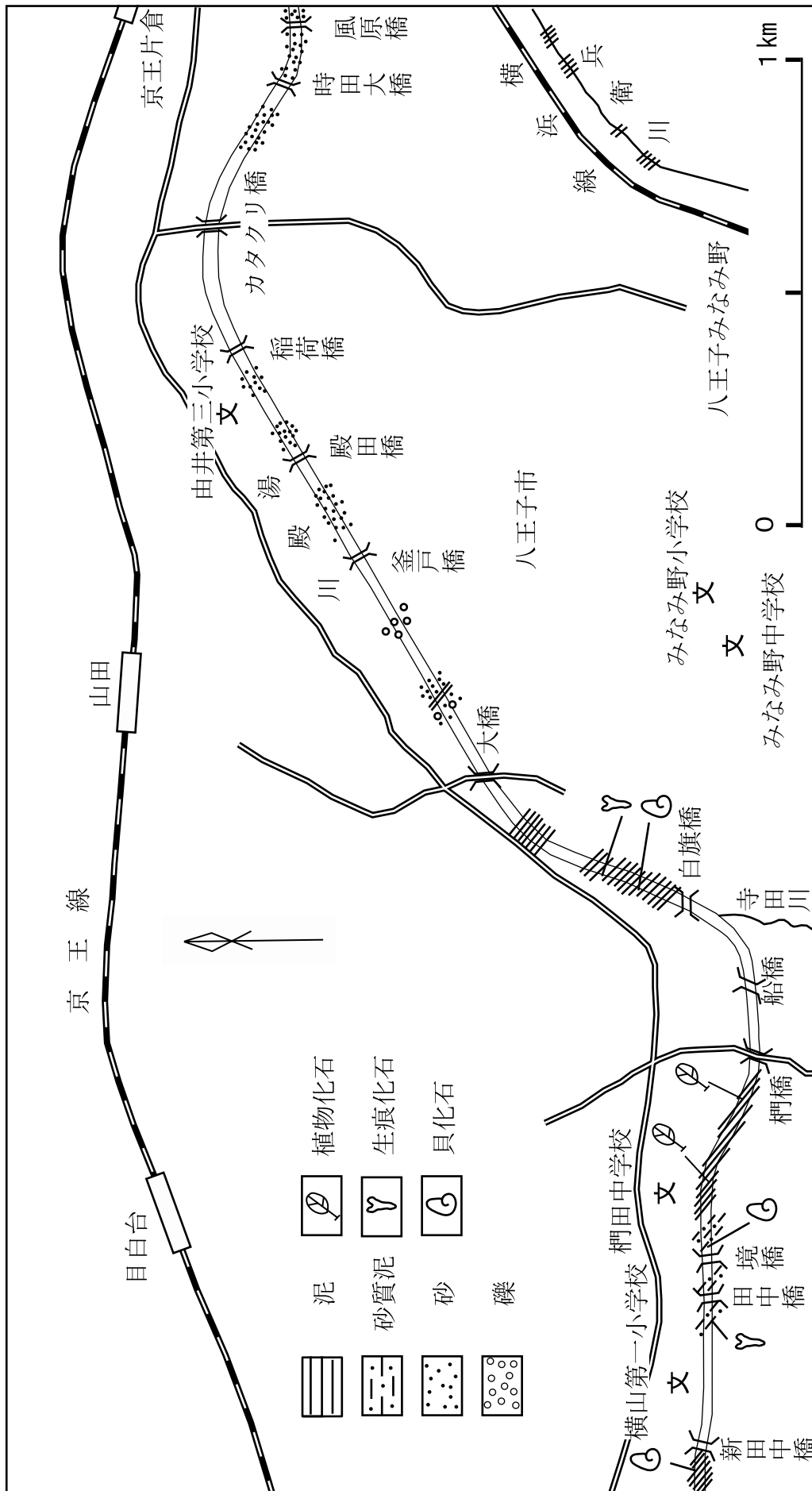
第2図一6 谷地川中部および、川口川中部地域河床の露出状態



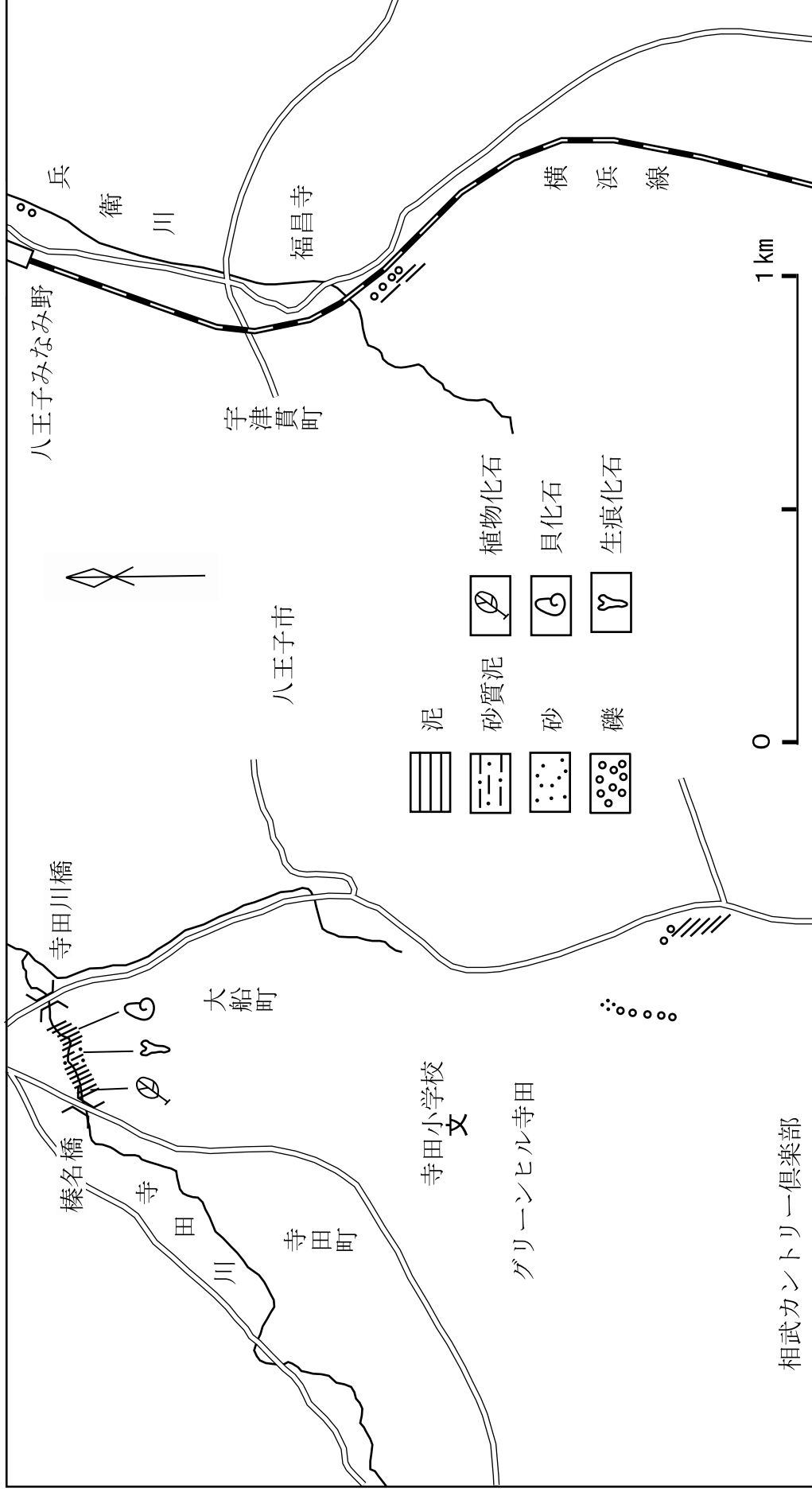
第2図一7 川口川東部および、北浅川東部地域河床の露出状態



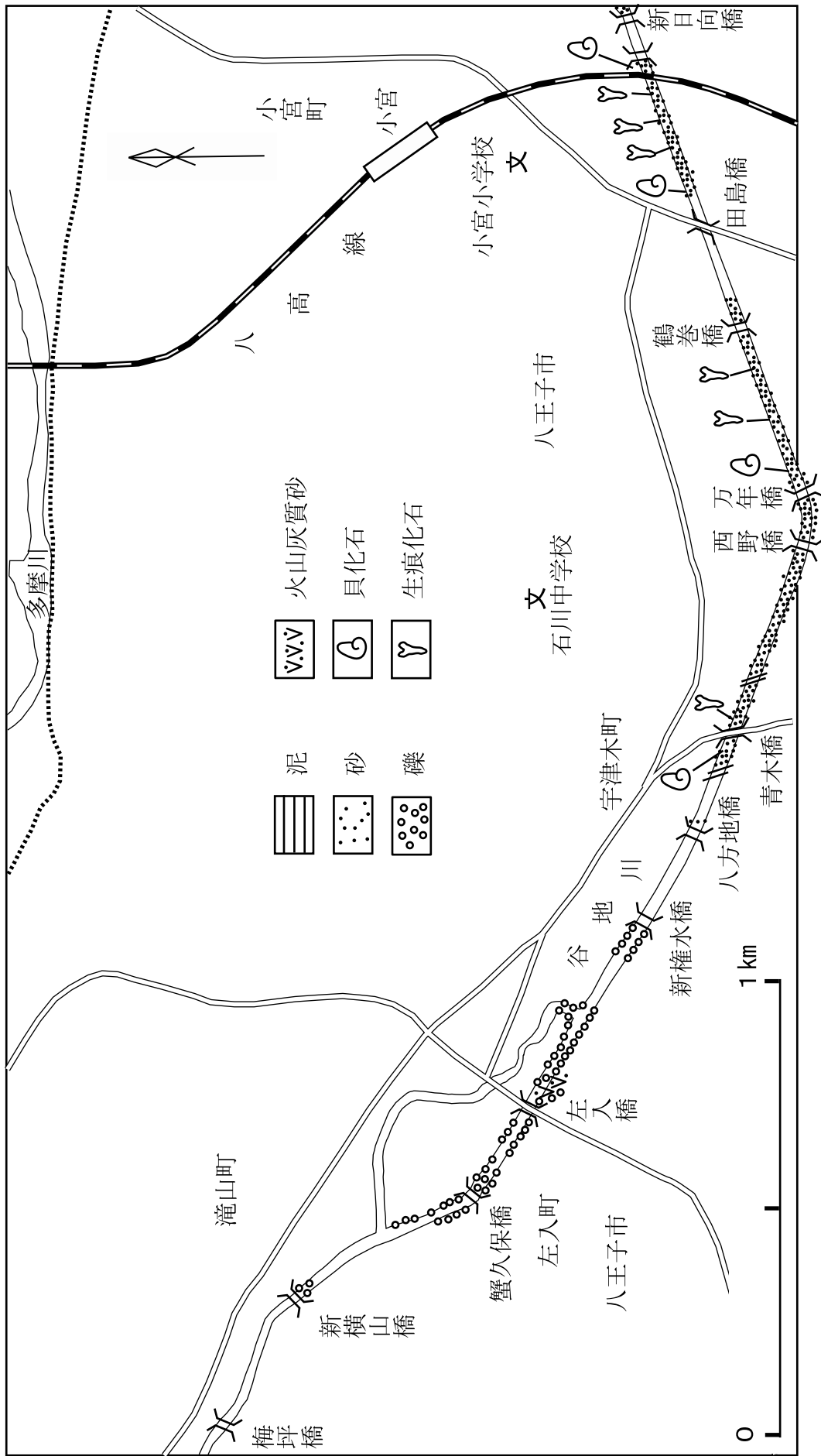
第2図一8 南浅川東部地域河床の露出状態



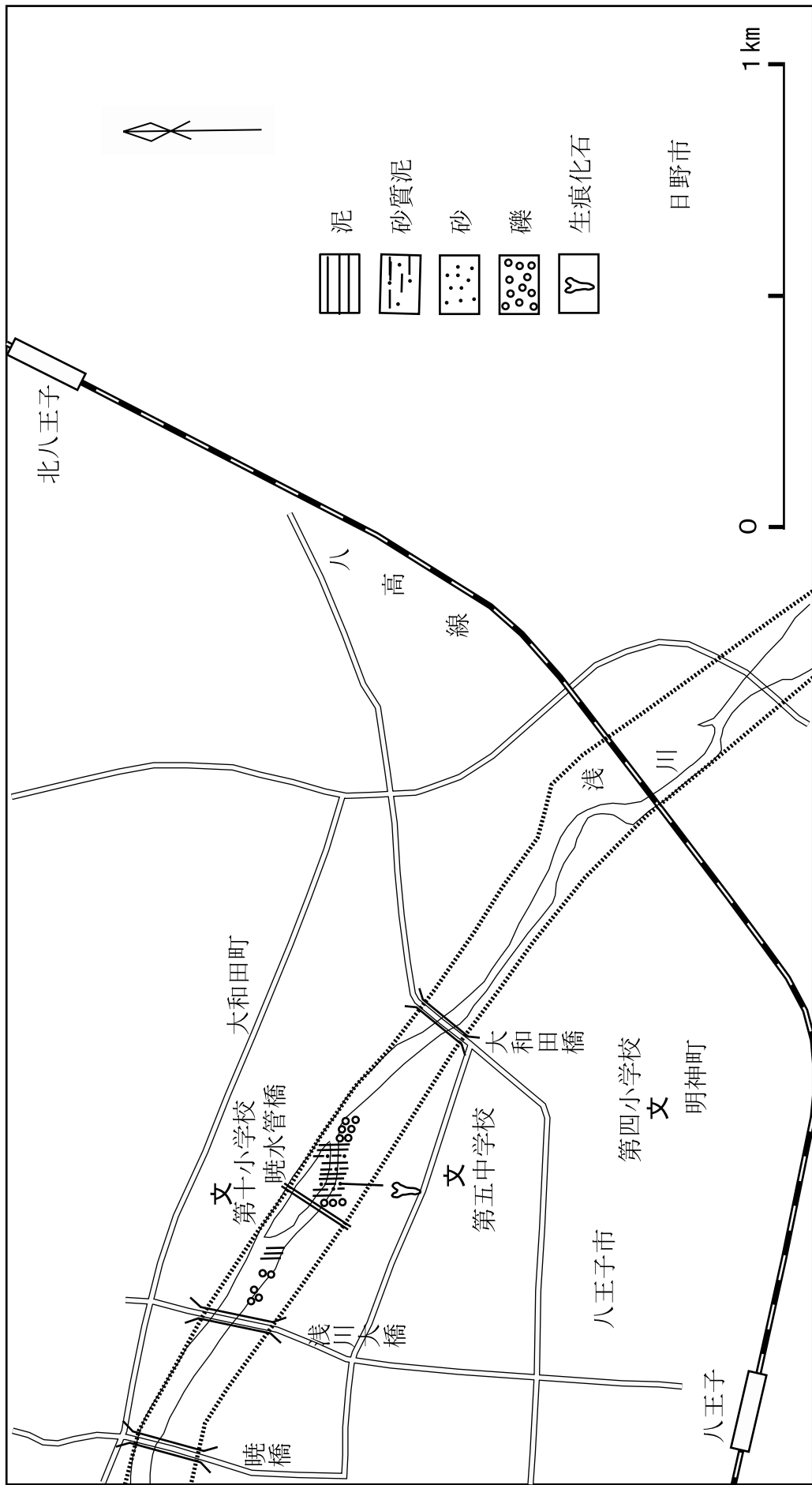
第2図一9 湯殿川中部地域河床の露出状態



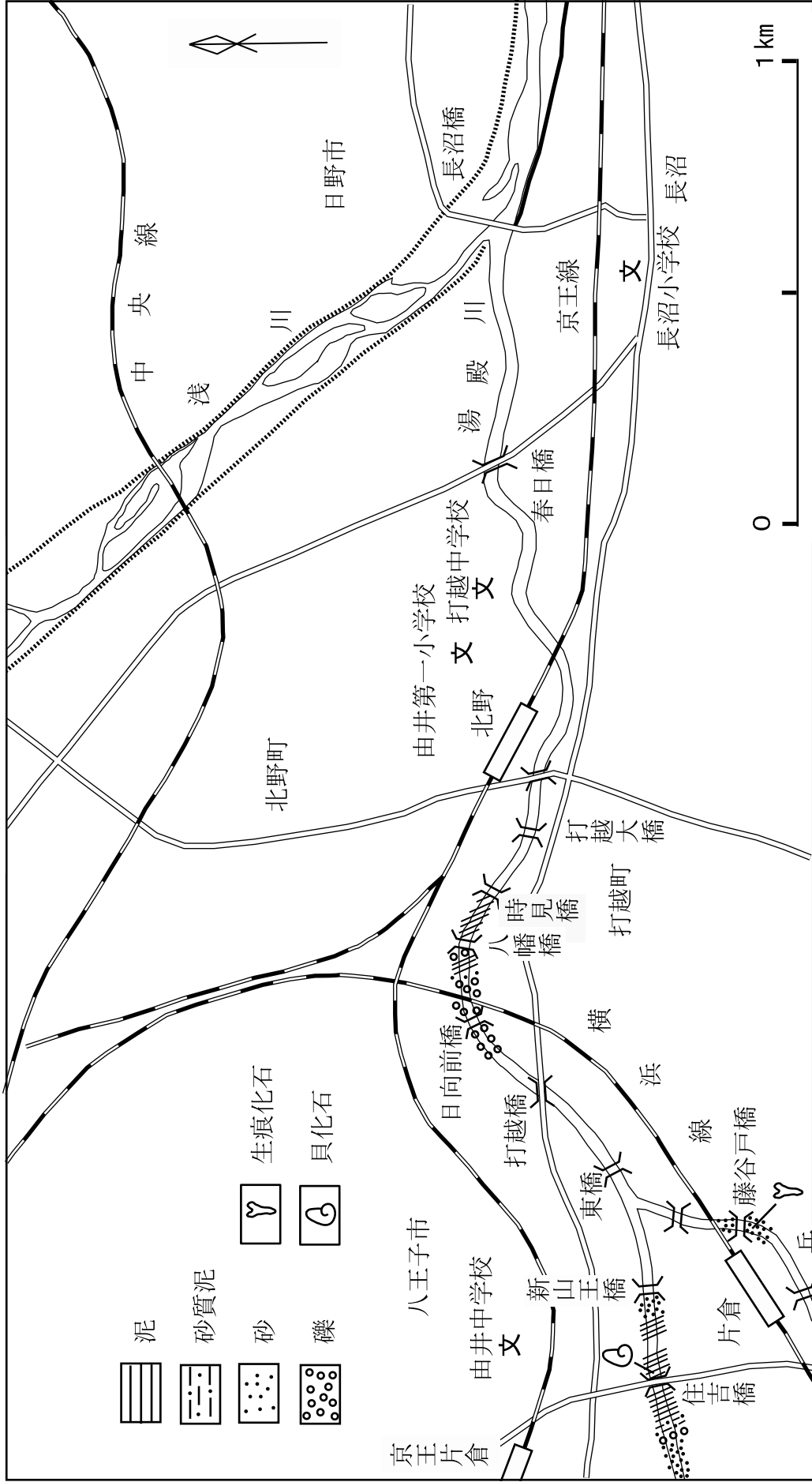
第2図-10 寺田川および、兵衛川南部地域河床の露出状態



第2図一11 谷地川中部地域河床の露出状態

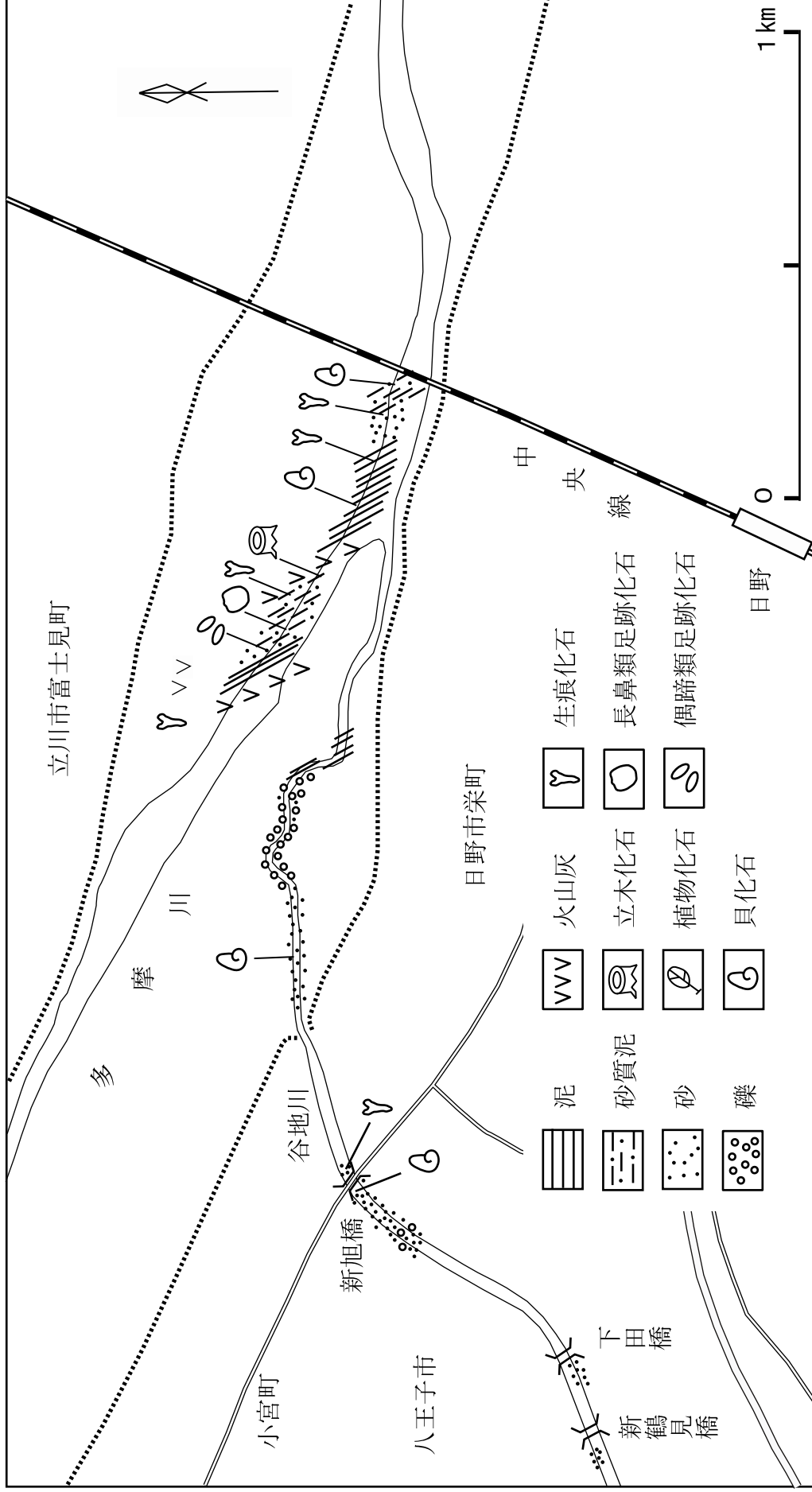


第2図一12 浅川北部地域河床の露出状態

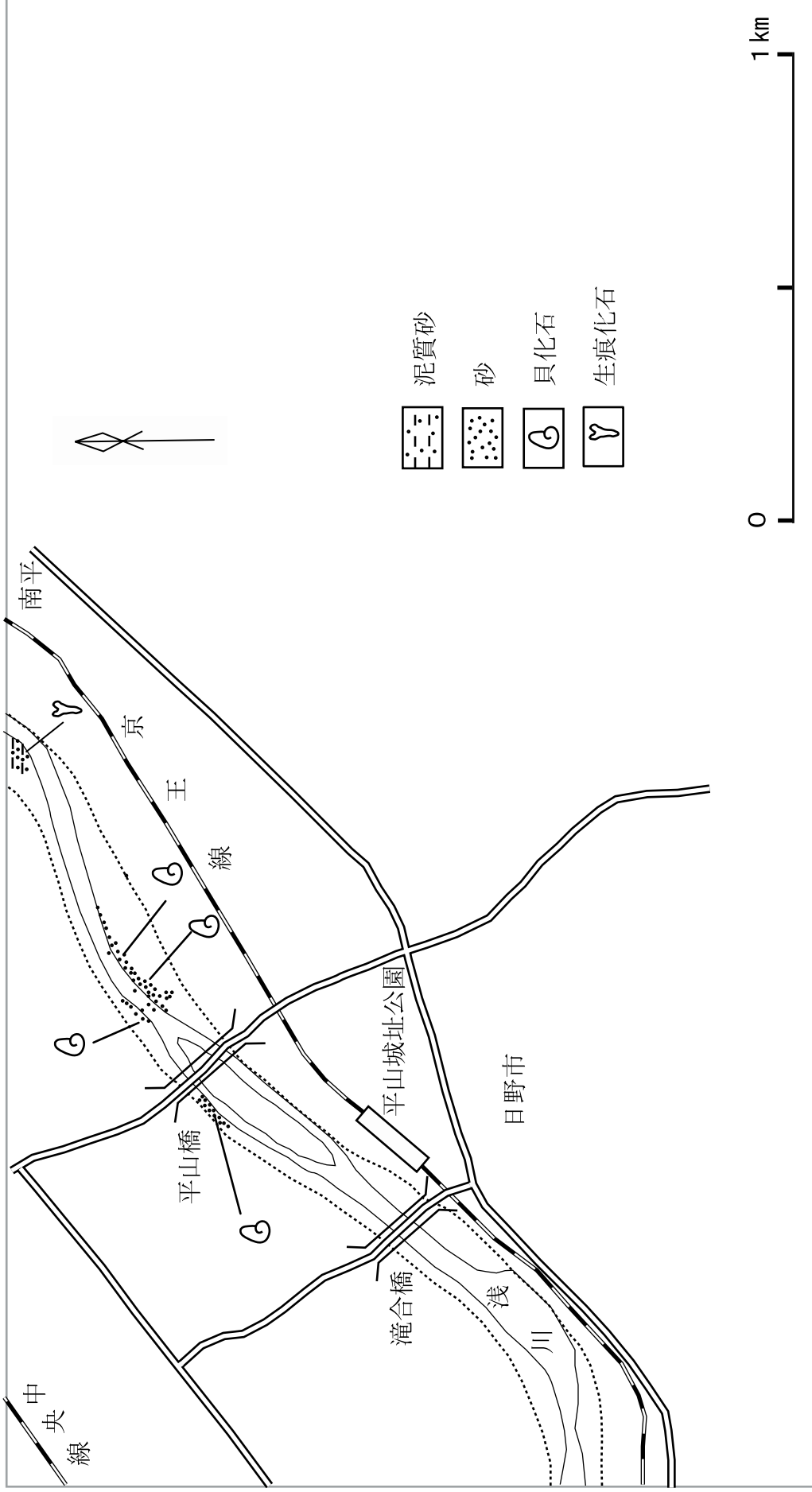


第2図一13 湯殿川東部および、兵衛川北部地域河床の露出状態

由井第二
文小学校



第2図一14 谷地川東部地域河床の露出状態



第2図一15 浅川東部地域河床の露出状態



A : 宮下橋上流



B : 左入橋下流



C : 青木橋下流



D : 青木橋下流の生痕化石



E : 新旭橋上流



F : 多摩川との合流付近

第3図-1 八王子市-日野市, 谷地川河床の露出状態



A : 浅川橋下流



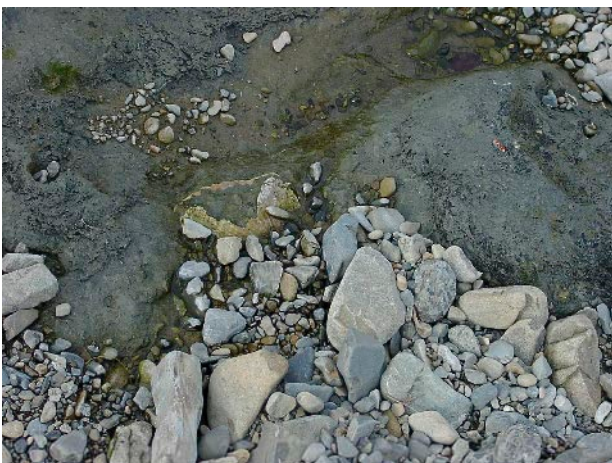
B : 浅川橋下流



C : 暁水管橋下流



D : 暁水管橋下流の礫層



E : 平山橋下流



F : 豊田2丁目

第3図-2 八王子市一日野市, 浅川河床の露出状態



A : 川口町山王橋付近, 現世河床礫のみ



B : 原屋敷橋下流



C : 咳守橋上流



D : 中野橋下流



E : 中野橋下流



F : 浅川との合流付近

第3図-3 八王子市, 川口川河床の露出状態



A : 上巻分方小学校北西の基盤 (小仏層)



B : 上巻分方小学校北の立木化石



C : 上巻分方小学校北東



D : 中央高速道路陸橋上流



E : 中央高速道路陸橋下の生痕化石



F : 中央高速道路陸橋下流の長鼻類足跡

第3図-4 八王子市, 北浅川河床の露出状態



A : 関戸橋下流



B : 北浅川との合流付近



C : 城南大橋付近



D : 五月橋付近



E : 五月橋下の立木化石



F : 北浅川との合流付近

第3図-5 八王子市，城山川（A，B），および南浅川（C-F）河床の露出状態



A : 和合橋下流



B : 和合橋下流の生痕化石



C : 新関橋下流



D : 境橋下流



E : 梶橋上流親水テラス



F : 梶橋上流の泥炭層



A : 白旗橋下流



B : 白旗橋下流



C : 白旗橋下流の生痕化石



D : 大橋下流



E : 住吉橋上流



F : 住吉橋下流



A : 藤谷戸橋下



B : 由井第二小学校前



C : 八王子みなみ野, 福昌寺南方



D : 榛名橋上流



E : 寺田川橋上流



F : 池の沢橋付近

第3図-8 八王子市, 兵衛川 (A-C), 寺田川 (D, E), および殿入川 (F) 河床の露出状態

八王子市北浅川産長鼻類化石（ハチオウジゾウ）について

相場博明¹・馬場勝良¹・松川正樹²

1：慶應義塾幼稚舎

2：東京学芸大学教育学部自然科学系環境科学分野

はじめに

2001年12月に東京都八王子市北浅川河床から長鼻類化石が発見された。最初は2つの臼歯と2本の切歯であったが、その後の2002年1月と2002年7月の発掘で、さらに4つの臼歯と大腿骨や頸骨などの骨格化石とその断片が発見された。同じ種類の臼歯や骨格の部位が産出していないことから、ここに一頭分の化石が埋積されていたことになる。ほぼ1頭分の長鼻類の化石の産出は、人々の関心を高め、社会的にも大きなニュースになってきた。1975年、1988年の兵庫県明石ゾウの発掘、1978年埼玉県狭山市のアケボノゾウの発掘、最近では1993年滋賀県多賀町のアケボノゾウの発掘などがある。それらの発掘後は、その場所に発掘の碑が建てられたり、新しい博物館が建築されてしまうほどの大きな出来事となっている。

東京都からのまとまった長鼻類化石の産出は、1976年の地下鉄工事の際に日本橋からナウマンゾウの化石が産出した例と、五日市町（現在のあきるの市）からのミエゾウの化石が産出した例（五日市ステゴドン調査団、1982）について3度目のものとなる。

しかし、今回の発見は以下に述べるように新種の可能性もあり（相場ほか、2003）、ここでは、ハチオウジゾウという愛称で呼ぶことにする。そして、今回の発見は長鼻類の進化を述べる上での貴重な資料となり、学術的にもきわめて価値の高いものと考えられる。ここでは、その新種としての学術的な記載の概略を示す。なお、正式な学術的な記載は別紙において行う予定である。

記載

Order Proboscidea Illiger, 1811

Family Stegodontidae Young-Hopwood, 1935

Genus *Stegodon* Falconer and Cautoley, 1846

Stegodon sp.（日本語愛称；ハチオウジゾウ）

図1（A～H）

産出標本：右下第2大臼歯（KA001）、左下第2大臼歯（KA002）、右下第3大臼歯（KA003）、左下第3大臼歯（KA004）、右上第2大臼歯（KA005）、左上第2大臼歯（KA006）、右大腿骨（KA009）、左脛骨（KA2105）。すべての標本は慶應義塾幼稚舎に保管されている。

産地：東京都八王子市檜原町北浅川河床、産地番号；401

産出層準：鮮新世上総層群寺田層の砂質泥層

標本の記載：6つの臼歯，2つの切歯，多くの骨の破片が得られている．ここでは，6つの臼歯，2つの切歯，2つの四肢骨について記載する．臼歯は4つの下の臼歯と2つの上の臼歯が得られている．下の2つの臼歯と上の2つの臼歯は咬摩しており，下の2つは咬耗していない．すなわち，その大きさや形態から上の2つと下の2つの臼歯は第2大臼歯であり，咬耗していないものは第3大臼歯であると思われる．

右下顎骨と右下顎第2大臼歯 (図1 A, KA001)

舌側の一部と近心側が失われているが，8つの稜と遠心タロンが保存されている．遠心タロンを除いて他の稜は摩耗されている．歯冠の長さは210 mm+，第3稜で幅82 mmである．歯冠はねじれている．舌側では近心側が高く，頬側では遠心側が高い．咬合面において，舌側は強く凸状になる．稜頻度は100mmあたり舌側では3.9，頬側では4.7である．

おそらく近心副稜と第1稜は失われている．そして第4稜と第5稜の舌側が破壊されている．第1稜から第5稜の配列は舌側の縁から3分の1のところまで近心側に強く折れ曲がっている．一方，第6稜から第8稜は，やや遠心側に凸になっている．

エナメル質は光沢がある．そして“Stufenbildung”の特徴が断面が破壊された部分で観察できる．エナメル質は第6稜でもっとも厚く6.7mm．平均の厚さは約6～6.5mmである．

下顎骨は保存が悪く全体の形はわかりにくいですが，長くほっそりしている．下顎支はほとんど壊れている．下顎体の長さは307mm+，高さは116mm+である．

左下顎第2大臼歯 (図1 B, KA002)

標本の頬側は川の浸食によって破壊されている．しかし，その理由で，詳細なエナメル質の特徴を観察できる．歯の近心部分と少なくとも第1稜は失われているかもしれないが7つの稜と遠心副稜が保存されている．歯冠の推定長は225mm．歯冠の形と特徴は右下第2大臼歯と似ている．

舌側観において，エナメル質は光沢があり黒色．その光沢は近心側ほど強くなる．谷は深く，細長く，V型で，セメント質で満たされる．セメント質は茶色．歯茎線はゆるやかにカーブする．頬側観において，エナメル質の解剖学的特徴を詳細に観察できる．エナメル質は外層と内層の2層からなり，2つの層はほとんど同じ厚さである．しかし，外層は歯茎線近くになるとしだいに細くなり消滅する．そのため，エナメル質の厚さは，歯茎線の近くで薄くなる．近心部分でエナメル質の厚さは削られているので，4.7mm～5.8mmと薄くなる．しかし，他の稜では約6.5mmと安定する．外層の色は乳白色，内層の色は煙った灰色である．シュレーゲル線は観察され，外層と内層の境目で走行を変えて折れ曲がる．歯根もまた観察されるが詳細は不明である．

左上顎第2大臼歯 (図1 C, KA006)

今回得られた中でもっとも保存の状態が良い標本である．近心部分の一部を除いてほとんどの部

分が保存されている。稜式は×9 ×である。歯冠は長楕円形、歯冠の長さは235mm、第5稜における幅は96mmである。咬合面観において、舌側の縁はほとんどまっすぐだが、第2稜から第5稜は凸になる。頬側の縁はゆるやかに凸になる。遠心副稜と最後の2稜を除いて、他の稜はすべて摩耗されている。稜頻度は100mmあたり舌側で4.3、頬側で4.6である。第1から第4稜の配列は舌側の縁から3分の1のところまで近心側に強く折れ曲がる。第5稜と第6稜はほとんど平行で、四角形になる。第7稜から第9稜はやや遠心面に凸になる。第8稜と9稜は11から12の不ぞろいなmammillaeからなり、それぞれのmammillaeは近心側を向く。エナメル質の厚さは下の臼歯と比べると少し薄く、5.5~6.5mm。近心側では薄く、3.3mm~4.1mm。谷は深く、細長く、V型、一部セメント質で覆われる。頬側面では、第1から第3稜が失われている。歯根ははっきりと観察でき、一つの稜に一つ認められる。茶色で枝分かかれは観察されない。第3と第4稜の歯根はやや強くカーブする。

右上顎第2大臼歯 (図1 D, KA005)

近心部と少なくとも1稜が失われているが、8稜と遠心副稜が保存されている。稜の特徴は左上第1または第2大臼歯に似ているが、この標本はそれと比べるとより幅が広い。もっとも広い幅は、第4稜で102mmを計測できる。地層に垂直に堆積したので変形を受けたものと思われる。

右下顎第3大臼歯 (図1 E, KA003)

この標本は7つの稜と近心副稜からなる。すべての稜は摩耗されていない。つまり、まだ未使用の状態であり、下顎骨の中に保存されていたものと推定できる。歯冠の長さは165mm以上、幅は第6稜で80mm。咬合面観では、歯冠は細長い、外形は四角形である。舌側の縁はやや凸になり、頬側の縁は近心副稜と第1稜を除いてほとんどまっすぐである。近心副稜と第1稜は、頬側に曲がる。近心副稜は、第1稜に付き、頬側に小さなmammillaeを5つ、中央に大きなmammillaeを一つ、舌側に小さなmammillaeを5つもっている。mammillaeの先端は第1稜と第2稜で遠心側に向き、丸くならない。他の稜は7から9のmammillaeをもつ。稜頻度は100mmあたり、舌側で4.8、頬側で5.2である。歯茎線はゆるやかにカーブする。歯帯は観察され、焦げ茶色である。

左下顎第3大臼歯 (図1 F, KA004)

この標本は6つの稜と遠心副稜からなり、近心部分は失われている。稜の特徴は(KA003)に似る。遠心部分が破壊されているため、エナメル質の厚さを測ることができる。その厚さは第2稜で5.2mm、第6稜で6.4mm、第7稜で5.8mmである。エナメル質は光沢がなく、黄褐色で内層も外層も同じ色である。

右切歯 (図1 G, KA008), 左切歯 (図1 H, KA007)

2本の切歯はクロスに重なった状態で産出した。2本ともほぼ完全な形で発掘できた。太く大型であり、わずかに外側に捻れているが、ほとんどまっすぐである。左切歯は、右切歯より強く湾曲している。弧長180cm、直長145cmである。右切歯は弧長176cm、直長154cmである。全体に埋積による変形を受けており、切歯の基部での形は卵型であり、とくに右切歯の先端は強く扁平につぶれている。

右大腿骨 (KA009)

全体的に保存は良くない。近位付近の1/3が欠、遠位端付近も保存されていない。残されている全長は453mm、大腿骨体の最小幅は116mmである。内側縁は全体にわずかに凹湾し、外側縁はごく緩い凸湾が認められる。

左脛骨 (KA2105)

近位端とその内側および遠位端が保存されていない。残されている全長は315mm、脛骨体の最小幅は64mm、水平断面は三角形である。

論議

①アケボノゾウ、ミエゾウとの比較

樽野 (1991) は、かつて日本から報告されていたステゴドン属 (*Stegodon*) を詳細に検討した。その結果、カントウゾウ (*S. kwantoensis*)、スギヤマゾウ (*S. sugiyamai*)、アカシゾウ (*S. akashiensis*)、タキガワゾウ (*S. infrequens*) という名前で報告されてきたものはすべて、アケボノゾウ (*S. aurorae*) のシノニムとした。また、ショウドゾウ (*S. shodoensis* (ショウドゾウ)) とされていた一部もアケボノゾウに含まれるとした。

そして、アケボノゾウ (*S. aurorae*)、シンシュウゾウ (*S. shinshuensis*)、トウヨウゾウ (*S. orientalis*) の3種が日本に存在したステゴドン属であるとした。

その後、樽・甲能 (2002) は、命名規約の問題から、シンシュウゾウの名前を使うのは適切でなく、ミエゾウ (*S. miensiss*) の名前を使うべきであるとした。

以上の点から、以下、本種をアケボノゾウとミエゾウと比較する。もちろん、比較をする上では、歯種、咬耗段階の違いや雌雄の違いや個体変異、また変形の度合いや計測する位置によってもその値が変化するので注意が必要である。今回の標本の計測値は第2大臼歯の咬耗段階の進んだものを示しているが、樽野 (1991) の示した値は第3大臼歯のデータである。よって、今まで報告されてきたアケボノゾウの第2大臼歯の計測値を比較した。今まで第1または第2大臼歯として報告されてきた4つの産地のものと今回の北浅川産の計測値を表1に示した。この数値からも明らかなように、報告されてきたアケボノゾウの歯冠の長さはどれも190mm以下、歯冠幅も80mm以下である。それに対して北浅川産のものは歯冠の長さが235mm、歯冠幅96mmと明らかに大型である。さらに、エナメル質の厚さ、稜頻度も北浅川産のものは、アケボノゾウと比べてはっきりと区別できる。

一方、ミエゾウの第2大臼歯についての報告はあまりなされていない。東京都あきる野市から直良 (1954) により、トウヨウゾウ (*S. orientalis*) として記載された標本を樽・甲能 (2002) はミエゾウの第2大臼歯として報告している。それによると稜頻度とエナメル質の厚さは本種の特徴に良く一致する。しかし、稜式は、 $\times 7 \times$ であり、明らかに9稜以上ある本種とは異なる。

なお、本標本は中期更新世中期に産出するトウヨウゾウとエナメル質の厚さや稜頻度の形質は一致する所がある。しかし、mammillae数が本標本の方が少なく、比較的大きさがそろっていること、

歯冠高が高いことから区別される。

②本種に同定される可能性のある標本

これらの特徴から判断すると、かつて産出した以下の3つの標本が本種に同定される可能性が高い。しかし、どの標本もあまり良い保存ではなく、転石として産出したもので、産出層準もはっきりしていない。

・東京都福生市多摩川河床産標本

多摩川河床から発見された左下第2大臼歯である。転石なので産出層準ははっきりしないが、産出地点から上総層群飯能層と推定される。この標本は*S. cf. aurorae* (樽・長谷川, 2002, table 1)の名で報告された。中央部分がなく、近心側と遠心側の2つに分離しており、それぞれの舌側もなくなっている。中央のなくなっている部分には2つの稜があったと推定され、推定される大きさは220mmであり、稜頻度は4.5である。エナメル質の厚さは6.6mmであり、北浅川産のものによく似た特徴を示す。この標本は、福生市郷土資料室(標本番号:016895)に保管されている。

・東京都八王子市小比企産標本A

東京都八王子市湯殿川から発見されたもので産出層準ははっきりしていない。しかし、産出地点から北浅川産の標本と同じ層準である寺田層と推定される。長谷川(1979)は、これを*Parastegodon* sp.として報告している。右上第1大臼歯であり、小型で高歯冠の特徴は、アケボノゾウの特徴と似ている。しかし、エナメル質は5.4mmと厚く、小型で高歯冠であるのは、第1大臼歯であり、さらに咬耗があまり進んでいない段階であるためであると言える。この標本は八王子市郷土資料館に保管されている。

・東京都八王子市小比企産標本B

小比企標本Aと同じく、湯殿川の転石として発見されたもので、おそらく産出層準は小比企標本Aと同じ寺田層である。長谷川(1979)は、*Stegodon* sp.として報告している。右下第1または第2大臼歯である。稜の先端がすべて破壊されているが、おそらく無咬耗段階のものである。エナメル質の厚さは5.4mmと厚い。この標本は八王子市郷土資料館に保管されている。

樽野(1999)は、日本の鮮新世から更新世における長鼻類化石の産出層準を明らかにした。それによると、ガウスクロンの上部から松山クロン下部の層準で、アケボノゾウより大型で中間的性質を示すものとして、兵庫県淡路島からアケボノゾウ類似種(*S. sp. cfr. aurorae*)が産出しているということを述べているが、その分類学的な記載は行われていない。今回産出したものは、産出年代からもそれと一致する可能性が高い。

長谷川他(1991)は、神奈川県中津層からステゴドン属の頭骨化石を報告している。頭骨に無咬耗段階の第1大臼歯が植立しており、その大きさや特徴は、八王子市小比企標本Aとよく似ており、本種の幼獣化石である可能性がある。

謝 辞

八王子市郷土資料館佐藤広館長，福生市郷土資料館菱山英三郎氏には標本を見せていただいた。ここに感謝致します。

文 献

- 相場博明・馬場勝良・松川正樹（2003）：東京都八王子市の上総層群から産出した長鼻類化とその意義。日本地質学会第110年学術大会講演要旨，147。
- 長谷川善和（1979）：象の歯の化石。八王子市郷土資料館だより，6，p. 46。
- 長谷川善和・小泉明裕・松島義章・今永勇・平田大二（1991）：鮮新統中津層の古生物。神奈川県博研報(自然科学)，6，1-98。
- 五日市ステゴドン調査団（1980）：東京都西多摩郡五日市町より産出したステゴドン象化石について。文化財の保護，12，76-82。
- 直良信夫（1954）：日本旧石器時代の研究（早稲田大学考古学研究室報告第二冊）。i + i + iv + 1-298，寧楽書房，東京。
- 樽野博幸（1991）：日本列島産*Parastegodon*属の分類学的再検討。大阪市立自然史博研報，45，5-16。
- 樽野博幸（1999）：日本列島の鮮新統および中・下部更新統産長鼻類化石の産出層準，地球科学，53，258-264。
- 樽 創・長谷川善和（2002）：加住丘陵から多摩丘陵にかけての鮮新-更新統産大型哺乳類化石，国立科学博物館専報，38，43-56。
- 樽 創・甲能直樹（2002）：東京都あきる野市産*Stegodon*臼歯化石の再検討と日本産大型*Stegodon*の種名について。国立科学博物館専報，38，33-41。

図 1 の説明

- A: 右下顎骨と右下顎第 2 大臼歯 (KA001)

- B: 左下顎第 2 大臼歯 (KA002)

- C: 左上顎第 2 大臼歯 (KA006)

- D: 右上顎第 2 大臼歯 (KA005)

- E: 右下顎第 3 大臼歯 (KA003)

- F: 左下顎第 3 大臼歯 (KA004)

- G: 右切歯 (KA008)

- H: 左切歯 (KA007)

表1 第1または第2大臼歯によるハチオウジゾウとアケボノゾウとの比較

種名	ハチオウジゾウ		アケボノゾウ	
	産地	東京都北浅川	埼玉県狭山	兵庫県明石
報告者	相場・馬場・松川(2005)	堀口他(1978)	TAKAI(1936)	TOKUNAGA(1936)
記載された種名	<i>S. sp.</i>	<i>S. aurorae</i>	<i>S. akashiensis</i>	<i>S. sugiyamai</i>
歯種	左上顎第2大臼歯	右上顎第2大臼歯	右上顎第1or第2大臼歯	左上顎第1or第2大臼歯
稜式	x 9 x	9 x	+8 x	9? +8 x
歯冠の長さ(mm)	235	185	140+	120+20
歯冠の幅(mm)	96	80	62	60
歯冠の高さ(mm)	60	53	38.5	38
稜頻度	4.4	5.4	5.5*	5.8*
エナメル質の厚さ(mm)	6.5	3	2-2.5	4
				190
				76
				40?
				5.4
				4.2

* 記載されていないので図から計測した。

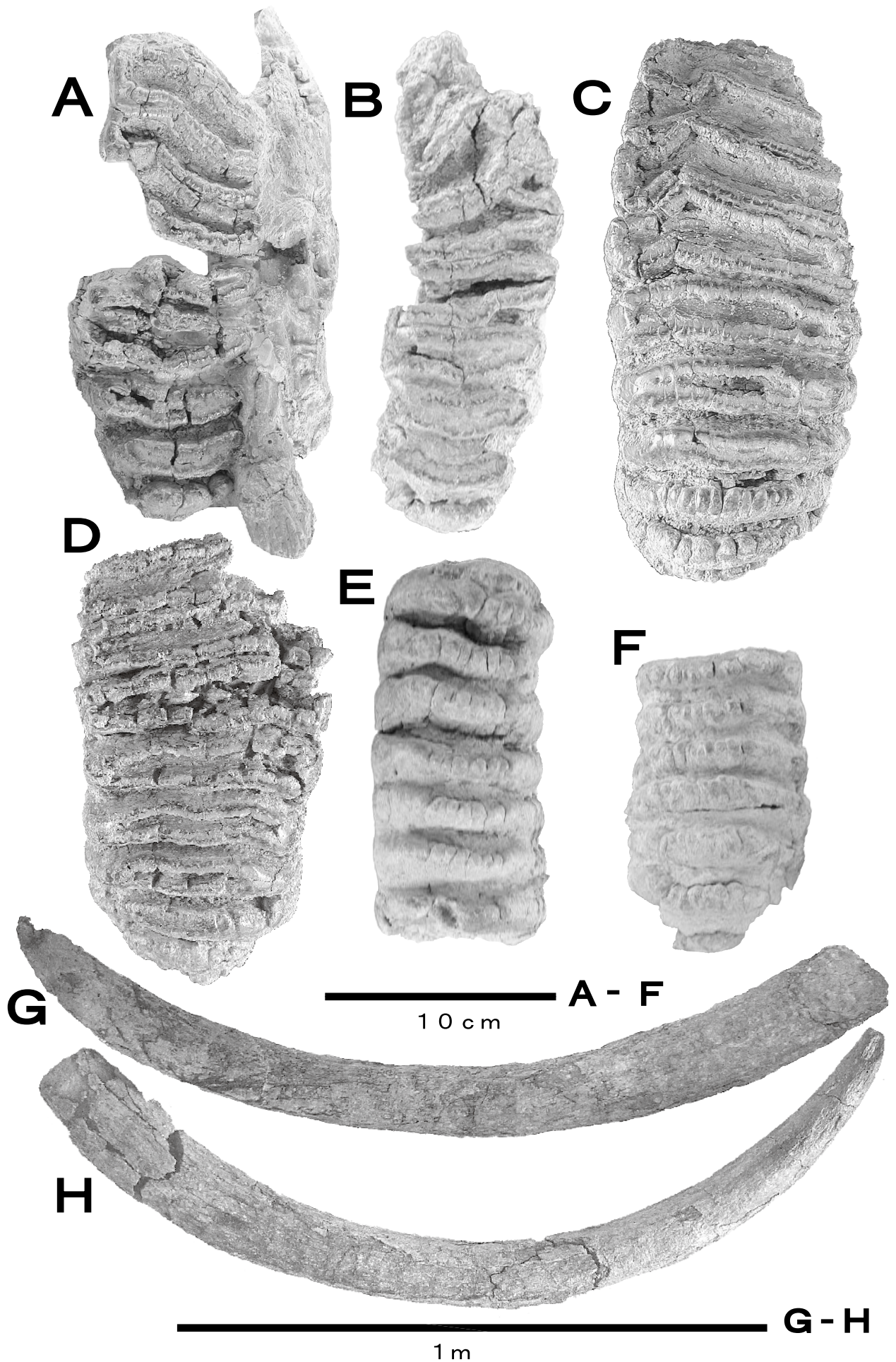


図1 八王子市北浅川より産出したハチオウジゾウの臼歯と切歯 (本文参照)

東京周辺の鮮新-更新世の陸上古生態系 ——食物網とエネルギー流モデルに基づいて——

松川正樹¹・中西亮平²・馬場勝良³・相場博明³・柴田健一郎⁴

1. 東京学芸大学・教育学部・自然科学系・環境科学分野
2. 東京学芸大学・大学院教育学研究科・理科教育専攻
3. 慶應義塾幼稚舎
4. 千葉大学・大学院自然科学研究科・地球生命圏科学専攻

1. はじめに

近年、環境汚染や生態系破壊が進行し、環境保護の観点から生態系や環境が注目されている。現在の環境や生態系は、過去から引き継がれてきた結果であるので、それらの理解のためには、過去の環境や生態系を解析し、復元することは重要である。生態系とは、生物群集と非生物的環境をエネルギーと物質の流れにより関連づけた一つのシステムである(Begon et al., 1999)。物質は生物に消費・放出されても他の生物により再利用され、生態系の中を循環し続けるが、熱として放出されたエネルギーは二度と生物に利用されることはない。従って、生態系を正確に把握するために、エネルギー流という観点をもちいることは、非常に重要である。

この概念に基づいて、Bakker (1972, 1974, 1980) や Fallow (1976, 1980) などにより、古生態系が復元された。しかし、これらは復元の過程に様々な不確定要素を含むため不完全なものであった。そのため、Matsukawa et al. (2005)は、これらの先行研究の問題点を指摘し、それらを解決した新しい生態系復元モデルを構築し、東アジアの白亜紀前期の河川-湖沼生態系に適用して、生態系の物質循環とエネルギー流を復元し、考察した。また、柘原ほか (2004) は、Matsukawa et al. (2005)の基となったモデルを現世のセレンゲティ生態系に適用し、その信頼度や方法論について議論した。

東京周辺には鮮新-更新世の地層が広く分布しており、多くの脊椎動物の骨格化石や足跡化石が産出し、これまでに多くの研究が示されてきた(例えば、長谷川ほか, 1991; 入間川足跡化石発掘調査団, 1995; 馬場ほか, 2000)。多摩川沿いの上総層群の層序学的研究については、藤本ほか(1962)などがある。松川ほか(1991)は地層と多くの化石から多摩川中流域に分布する上総層群の古環境を解析し、それに基づく地質野外実習教材を開発した。さらに、大久保(2002)は多摩川周辺域の古植生の復元をした。しかし、産出化石の食物網とエネルギー流に基づいて、東京周辺地域の古生態系を考察した研究はこれまでない。そこで、本研究ではエネルギー流の観点から東京周辺に分布する鮮新-更新統の生態系を復元する。

2. 地質概略

東京周辺には鮮新-更新統の上総層群(図1, 2)と中津層群(図3)が分布しており、脊椎動物の骨格や足跡の化石が報告されている(馬場ほか, 2000など)。本研究で復元する古生態系は、東京周辺で、山田層(馬場ほか, 2005)、上総層群最下部の飯能層、大矢部層、平山層、小山田層、柿生層、王禅寺層、飯室層、高津層、入間川流域に分布する仏子層、相模川、中津川流域に分布する中津層群の神沢層から産出する化石に基づく。これらの地層に含まれる凝灰岩中のジルコンを用いたフィッシュトラック法により、飯能層の 2.1 ± 0.1 Maと、小山田層の 1.3 ± 0.1 Maが示されている(馬場ほか, 2002)。上総層群は主に砂岩と泥岩からなり、長鼻類、偶蹄類などの骨格化石や足跡、直立樹幹の化石を含む陸成層と、クジラ類、魚類の骨格、軟体動物などの化石を産する浅海成層からなり、陸成相と内湾相が層序的に幾度も繰り返していたと解釈されている(松川ほか, 1991)。

相模川と中津川流域に発達する上部鮮新統中津層群は下位より小沢層，神沢層，清水層，大塚層，塩田層の 5 つの層に層序区分される（伊藤，1991）．中津層群は泥質堆積物を主体とし多数の貝化石や哺乳類化石を含む．

図 4 は，渡部ほか（1987）により示された約 100 万年前の関東地方の古地理図で，小山田層堆積時にほぼ相当し，海が奥地まで進入し，多くは山地で，平野が海岸線沿いのわずかな地域に分布する．

3. 古生態系復元の方法

（1）古生態系復元について

これまでの古生態学の研究は，化石各種の記載や群集の特徴や環境との関係を述べたものが大部分であった．しかし，終原ほか（2004）と Matsukawa et al.（2005）は，地層や化石に基づき環境を復元し，過去の生態系をエネルギー流により定量的にとらえようとしたものである．また，Farlow（1976）は，恐竜の生物量を求める方法を示した．特に，Matsukawa et al.（2005）は産出した化石から古環境や食物網構造とエネルギー流に基づき古生態系を定量的に復元する方法を示した．これにより，過去の生態系に存在した動植物各種の生体量や個体数の見積もりと，時代や地球の異なる生態系の比較が可能となった．本研究で用いる方法は Matsukawa et al.（2005）に基づく．

（2）化石の構成種と植生

現世の生態学の復元では，単位時間の空間に存在する生物の種類と個体数に基づいており，古生態系の復元も現世生態系の復元方法に従う．その為，まず，復元しようとする生態系の環境や構成種，個体数を求める必要がある．

化石群集は，ある時間内に生息した生物種の集積記録である．そのため，過去の生態系の復元では，ある時間や幅を持つ空間のエネルギー流を考察することになる．これは，現世の生態系が，種々の生息範囲を持つ生物種のオーバーラップにより形成されているのと同様である．そのため，対象とする地域のある時間幅を持つ地層から産出する化石種を全てリストアップし，生態系を構成する動植物種と存在比は，ある時間に存在した生物種と個体数に基づく現世生態系の研究と同じ方法を用いることになる（Matsukawa et al., 2005）．ただし，生息していた全ての生物種が化石として情報が保存されるわけではない．この問題点の解決法として，① Matsukawa et al.（2005）の方法で見積もられた個体数の誤差率を用いること，② 復元材料に保存度の一様性と安定性の高い足跡化石を用いることで解消される（終原ほか，2004）．本地域からは多数の足跡化石の報告例があり，これらを用いることで化石の産出比が本来の存在比に近い値になると考えられる．

（3）純一次生産力と変換効率

純一次生産力（NPP）とは，植物が生産した有機物量から，植物自身が呼吸などで消費した有機

物量を除いた量を表す。NPP は植物から見積もられており (Whittaker, 1975), 現在とほぼ同様の植生と解釈される鮮新-更新統の古生態系でも見積もりは可能である。NPP は単位面積, 単位時間あたりに生産される植物量の乾燥重量で表される。しかし, 生産力をエネルギーの単位として扱うため, 本研究では植物の乾燥重量 1g 当たり 4.25kcal の熱量を乗じた (Whittaker, 1975)。

これにより, 古生態系の NPP が推定される。生産されたエネルギーの全てが利用できるわけではなく, ある栄養段階を通過する際には, 必ずエネルギーの損失が生じる。一部は遺骸や排泄物として分解者の系に入り, 一部は呼吸熱や活動エネルギーとなる。このエネルギー流の損失は, 3 つの変換効率により見積もられる。それは, 消費効率 (CE), 同化効率 (AE) と生産効率 (PE) である (図5)。従って, ある栄養段階から次の栄養段階への総体としてのエネルギー変換効率は $CE \times AE \times PE$ で求められる。本研究では Begon et al. (1999) と Heal and MacLean (1975) が示した変換効率に基づいた。生物の生産力の大部分は消費されることなく分解者の系に入る。分解者の系は草原群集の二次生産力の 98% を担うと解釈されているが (Begon et al., 1999), その生産力は植食者の系 (生きていて植物を消費している動物群集) にほとんど影響しない。そのため, 本研究では植食者の系のみを対象に解析する。

(4) 動物の体重と所要エネルギー量

所要エネルギー量とは生物が生活するために要するエネルギーのことであり, エネルギー流に注目して生態系を復元することが本研究で最も重要なことである。所要エネルギー量を見積もる公式が示されてきた。本研究では動物の代謝や活動性に応じて柔軟に対応することができる Matsukawa et al. (2005) 及び柘原ほか (2004) の式を用いる (表 1)。

これらの式では, 動物の体重や食性から所要エネルギー量を求めることができる。過去の生物の体重を求める方法はいくつかあり, 現生種と比較して推定する方法と, 長鼻類や偶蹄類などの足跡から求める方法がある (Cumming and Cumming, 2003)。鮮新-更新世の動物は, 現生種や近縁種が多く含まれ, それらを参考に体重を推定することができる。偶蹄類や長鼻類などの足跡の面積から体重を推定する方法は, Cumming and Cumming (2003) により, $\text{体重 (kg)} = (0.9 \times \text{足跡 (蹄) の面積 (cm}^2) - 1.421) / 1.317$ の経験式が提案されている。なお, この公式は 100kg 以上の動物に関して有効である。ただし, 産出した化石の中には足跡が残っていない動物もいるため本研究では両方の方法より体重を推定した。

(5) エネルギーの分配と個体数の推定

エネルギーの分配比は化石の産出個体数と個体の所要エネルギー量の積を求め, それらの比により見積もることができる (Matsukawa et al., 2005)。例えば, ある栄養段階に A 種と B 種が存在するとし, それぞれの個体数が a と b , 所要エネルギー量が α と β , この栄養段階で利用できるエネルギー量を ε と仮定すると, A 種の利用できるエネルギー量は $\varepsilon \times (a \alpha / (a \alpha + b \beta))$ で求め

られる。これより、各分類群に分配される年間の総エネルギー量が見積もられる。この値を各分類群の個体の所要エネルギー量で除すれば、仮定した面積に存在可能な動物の個体数が見積もられ、上位の栄養段階へ移行したエネルギー量についても同様の計算を繰り返すことで個体数が算出できる。

4. 生物相

東京周辺の鮮新—更新統から、49 個体の長鼻類 (*Stegodon* sp.) と 88 個体の偶蹄類 (*Cervidae* gen. et sp. indet.) の足跡が報告されている (馬場ほか, 2000 など)。長鼻類や偶蹄類以外にも上総層群の飯能層上部からオオカミ (*Canis falconeri*) が 1 個体 (小泉, 2003) と鳥類が 1 個体 (馬場私信, 2004 年 3 月)、中津層群神沢層からサルの仲間 (*Colobinae* gen. et sp. indet.) とサイの仲間 (*Rhinocerotidae* gen. et sp. indet.) がそれぞれ 1 個体ずつ報告されている (長谷川ほか, 1991)。図6はそれらの化石産出地点である。

植物は葉片、種子、立木化石などが産出しており針葉樹が 17 種、広葉樹が 43 種、シダ及び草本類が 5 種である (松川ほか, 1991 など)。これに基づくと、当時の植生は、上流域に亜高山針葉樹林が形成され、下流域に進むにつれ夏緑広葉樹林や溪畔林と変化し、下流や河口域は氾濫原植物群や湿地林が形成されていたと解釈されている (大久保, 2002)。当時の環境は山地に針葉樹と広葉樹の混合林が形成され、平野部には草原が広がっていたと考えられる。産出した化石種のリストを表 2 と表 3 に示す。

5. 食物網構造

化石から推測される本地域の食物網構造は、長鼻類のステゴドン (*Stegodon* sp.) や偶蹄類のシカ類 (ungulate) などの草食動物が、肉食動物のオオカミ (*Canis falconeri*) が生息していた。また、鳥類の骨や昆虫が多数産出していることから、昆虫とそれを捕食していた鳥類が生息していたと考えられる。本地域からはこれまで小動物の報告はされていないが、現在の類似の生態系にはネズミやウサギなどの小動物が生息しているので、当時の生態系にネズミなどの小動物は存在していたと考えられる。従って、今日までそれらの小動物化石の発見の報告されていなくても、確実に生息していたと推定される動物種はブラックボックス (未確認種) として食物網に加える。

ステゴドン (*Stegodon* sp.) は足跡の面積から、サイの仲間 (*Rhinocerotidae* gen. et sp. indet.) は現世種と比較して 2,000kg と 1,500kg 程と推定される。中型の捕食者であるオオカミが獲物とするには対象として大きすぎ、捕食していたと考えるのは無理がある。ただし、これらの草食動物が成体では捕食されることがなかったとしても、幼体は捕食される可能性がある。馬場ほか (2000) は足跡化石の大きさから長鼻類 (この時代の長鼻類はアケボノゾウ (*Stegodon aurorae*) が生存していたので、足跡はアケボノゾウにより印されたものと推定される) は成体と幼体が共に行動する社会性を解釈した。従って、成体に守られている幼体がオオカミ (*Canis falconeri*) に捕食されたと

は考えにくい。例え、幼体を捕食していたとしてもその値は非常に低いため、他の動物種の消費効率をわずかに高めることで幼体から得ている値をカバーできる。以上のことから推測される食物網は、一次消費者に草食動物が、高次消費者にはオオカミ (*Canis falconeri*) が存在し、大型の草食動物以外が捕食される単純な食物網が考えられる。図7に食物網を示す。

6. 古生態系の復元

復元した古生態系の設定範囲や各変換効率の値を表4に、動物の産出個体数および推定個体数と1k m²あたりの個体群密度を表5に、生態ピラミッド（エネルギー、個体数と生体量）を図8, 9,10に示す。

復元した生態系では、草食動物の個体数が1km²あたり約33頭で、頂点に存在するオオカミ (*Canis falconeri*) の個体数は0.74頭が見積もられる。現世のセレンゲティ生態系に生息している肉食動物の個体数は1km²あたり0.41頭で、草食動物は約143頭である (Housuton,1979)。1km²あたりのオオカミ (*Canis falconeri*) の個体数0.74頭は、セレンゲティの個体数0.41と類似するので、見積もられたオオカミ (*Canis falconeri*) の個体数は妥当であると解釈できる。

小動物としてネズミやウサギが考えられるが、当時生息していたアケボノゾウ (*Stegodon aurorae*) や偶蹄類 (ungulates) の年間の所要エネルギー量と比べると数千～数万分の一である。従って、小動物の個体数が推定できたとしても他の種の個体数が大きく増減することはない。小動物の個体数を考慮することはさほど重要な要素ではないことになる。以上のことから推定された1k m²あたりに生息していた生物の個体数を図11に示す。

7. まとめ

- (1) 多摩川中流域の河床に分布する上総層群や相模川流域の中津層群産の化石を基に、東京周辺の鮮新-更新世の生態系を、食物網とエネルギー流に基づいて定量的にモデル化した。
- (2) 東京周辺の鮮新-更新世の生態系は、裾野の広い生産者とわずかな高次消費者からなる生態ピラミッドを形成する。

8. 引用文献

- 馬場勝良, 松川正樹, 小荒井千人, 林 慶一, 大久保敦, 伊藤 慎 (2000) : 足跡化石を基に動物を動かそう——恐竜の方法を象に 응용して. 地学教育, 53, 269-281.
- 馬場勝良・大平寛人・相場博明・松川正樹 (2005) : 東京都あきるの市産 *Stegodon miensis* の産出層準とそのフィッシュトラック年代について. 東京学芸大学紀要, IV, 26, (印刷中).
- Bakker, R. T. (1972) : Anatomical and ecological evidence of endothermy in dinosaurs. Nature 238, 81-85.

- Bakker, R. T. (1974) : Dinosaur bioenergetics: A reply to Bennett, Dalzell and Feduccia. *Evolution*, 28, 497-503.
- Bakker, R. T. (1980) : Dinosaur heresy-dinosaur renaissance. In: Thomas, R. D. K., Olson, E. C. (Eds.), *A Cold Look at the Warm-Blooded Dinosaurs*. Westview Press, Boulder, pp.351-462
- Begon, M., Harper, J. L. and Townsend, C. R. (1999) : *Ecology: Individuals, populations and communities* [3rd edition]. Blackwell Science, 1068p. 堀道雄 (監訳), 2003. 『生態学 個体・個体群・群集の科学[原著第三版]. 京都大学学術出版会 1304p.
- Cumming D. H. M. and Cumming G. S., (2003) : Ungulate community structure and ecological process: body size, hoof area and trampling in African savannas. *Oecologia*, **134**, 560-568.
- Farlow, J. O. (1976) : A consideration of the trophic dynamics of a Late Cretaceous large-dinosaur community (Oldman Formation). *Ecology*, 57, 841-857.
- Farlow, J. O. (1980) : Predator/prey biomass ratios, community food webs and dinosaur physiology. In: Thomas, R. D. K. and Olsen, E. C. (Eds.), *A Cold Look at the Warm-Blooded Dinosaurs*. Westview Press, Boulder, 55-83.
- 藤本治義・寿円晋吾・羽島謙三・鈴木道夫 (1962) : 加住丘陵の地形・地質. 東京都文化財調査報告書, no.12, 481-495.
- 長谷川善和・小泉明裕・松島義章・今永 勇・平田大二 (1991) : 鮮新統中津層の古生物. 神奈川県立博物館研究報告 (自然科学), **6**, 1-98.
- Heal, O. W. and MacLean, S. F. (1975) : Comparative productivity in ecosystems-secondary productivity.; in W. H. van Dobben and R. H. Lowe-McConnell, ed., *Unifying Concepts in Ecology*. Junk, The Hague, 89-108.
- Houston, D. C. (1979) : The adaptations of scavengers. In: Sinclair A. R. E, and Norton-Griffiths, M. (Eds.), *Serengeti: Dynamics of an Ecosystem*. University of Chicago Press., Chicago, 263-286.
- 入間川足跡化石発掘調査団編 (1995) : 入間昔むかしアケボノゾウの足跡. 入間市博物館, 102p.
- 伊藤 慎 (1991) : 中津層群の堆積環境. 神奈川県立博物館調査研究報告, **6**, 99-111.
- 小泉明裕 (2003) : 東京都昭島市多摩川の鮮新-更新統から産出した日本初記録の純肉食性オオカミ化石. *Canis (Xenocyon) falconeri*, 第四紀研究, **42**, 105-111.
- 柗原礼士・柴田健一郎・松川正樹 (2003) : 化石に基づく古生態系復元モデルーセレンゲティ生態系でのテスト. 東京学芸大学紀要, **4**, **56**, 153-164.
- 松川正樹・馬場勝良・藤井英一・宮下 治・相場博明・坪内秀樹 (1991) : 多摩川中流域に分布する上総層群の古環境解析とそれに基づく地質野外実習教材の開発. 多摩川環境調査助成集, **13**, 210p.
- 大久保 敦 (2002) : 多摩川河床に露出する上総層群から産出する植物化石. 馬場勝良, 松川正樹 (編集), 地質野外実習地としての多摩川中流域および狭山丘陵に分布する上総層群の露頭の

- 現状とそれに基づく教材開発. (財)とうきゅう環境浄化財団(一般)助成研究, **24-137**, 41-50.
- 多摩川足跡化石調査団・昭島市教育委員会(2002):東京都昭島市の多摩川河床から産出したアケボノゾウ足跡化石の発掘調査報告書.昭島市教育委員会, 15p.
- 植村和彦・百原 新(1991):神奈川県北部の中津層群から産出した植物化石.神奈川県立博物館研究報告(自然科学), **6**, 143-152.
- 渡部景隆・増田富士雄・桂 雄三・岡崎浩子(1987):関東地方の自然環境の移り変わり(1).地学教育, **40**, 1-12.
- Whittaker, R. H. (1975): *Communities and ecosystems* [2nd edition] Macmillan, New York, 385p. (宝月欣二訳, 1979.『生態学概説 生物群集と生態系[第二版]』.培風館, 363p.)

図表の説明

- 図 1. 多摩川中流域に分布する上総層群と山田層の地質図.松川ほか(1991)と馬場ほか(2005)を改変.
- 図 2. 入間川流域の上総層群の地質図と地質柱状図.入間川化石足跡発掘調査団(1995)を改変.
- 図 3. 中津層群の地質図と地質柱状図.伊藤(1991)を改変.
- 図 4. 100 万年前の関東地方の古地理.渡部ほか(1987)を改変
- 図 5. 栄養段階の一つの生体を通過するエネルギー流のパターン. Begon et al. (1999)を改変.
- 図 6. 鮮新一更新統の関東地方の陸上脊椎動物化石産出地点.
- 図 7. 古生態系の食物網モデル.
- 図 8. 古生態系のエネルギーピラミット ($\text{kcal} / \text{km}^2 / \text{y}$)
- 図 9. 古生態系の個体数によるピラミット ($/ \text{km}^2$)
- 図 10. 古生態系の生体量によるピラミット ($\text{kcal} / \text{km}^2$)
- 図 11. 鮮新一更新統の関東地方の陸上脊椎動物の個体数密度.

表 1. 動物の所要エネルギー量要求式.

表 2. 鮮新一更新統の関東地方の陸上脊椎動物化石の産出化石リスト.

表 3. 鮮新一更新統の関東地方の陸上植物化石の産出化石リスト.

表 4. 古生態系復元の計算に用いた既定値と計算値

表 5. 古生態系における各種の計算結果.

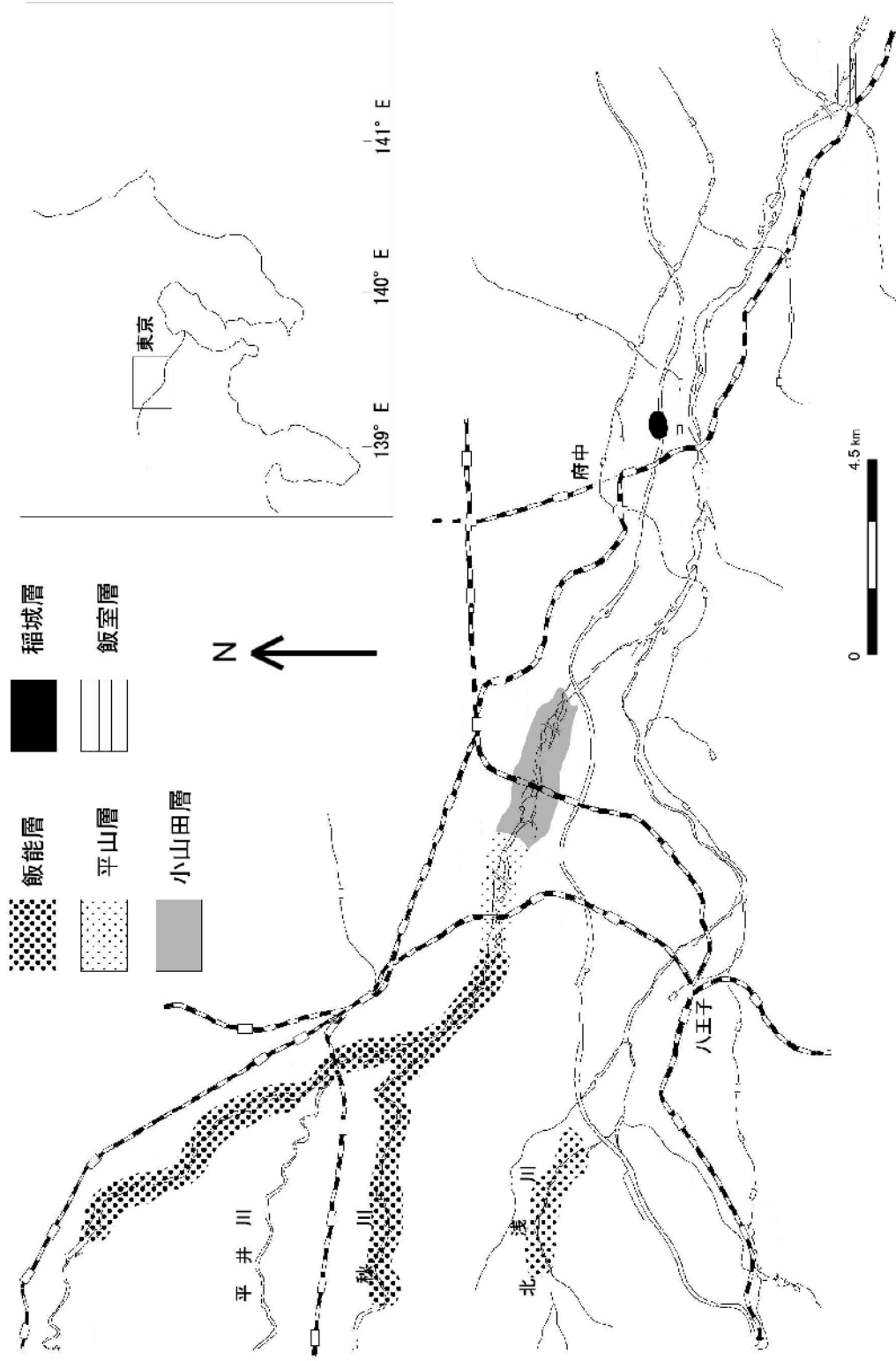


図 1 地質図 松川ほか(1991)を改変

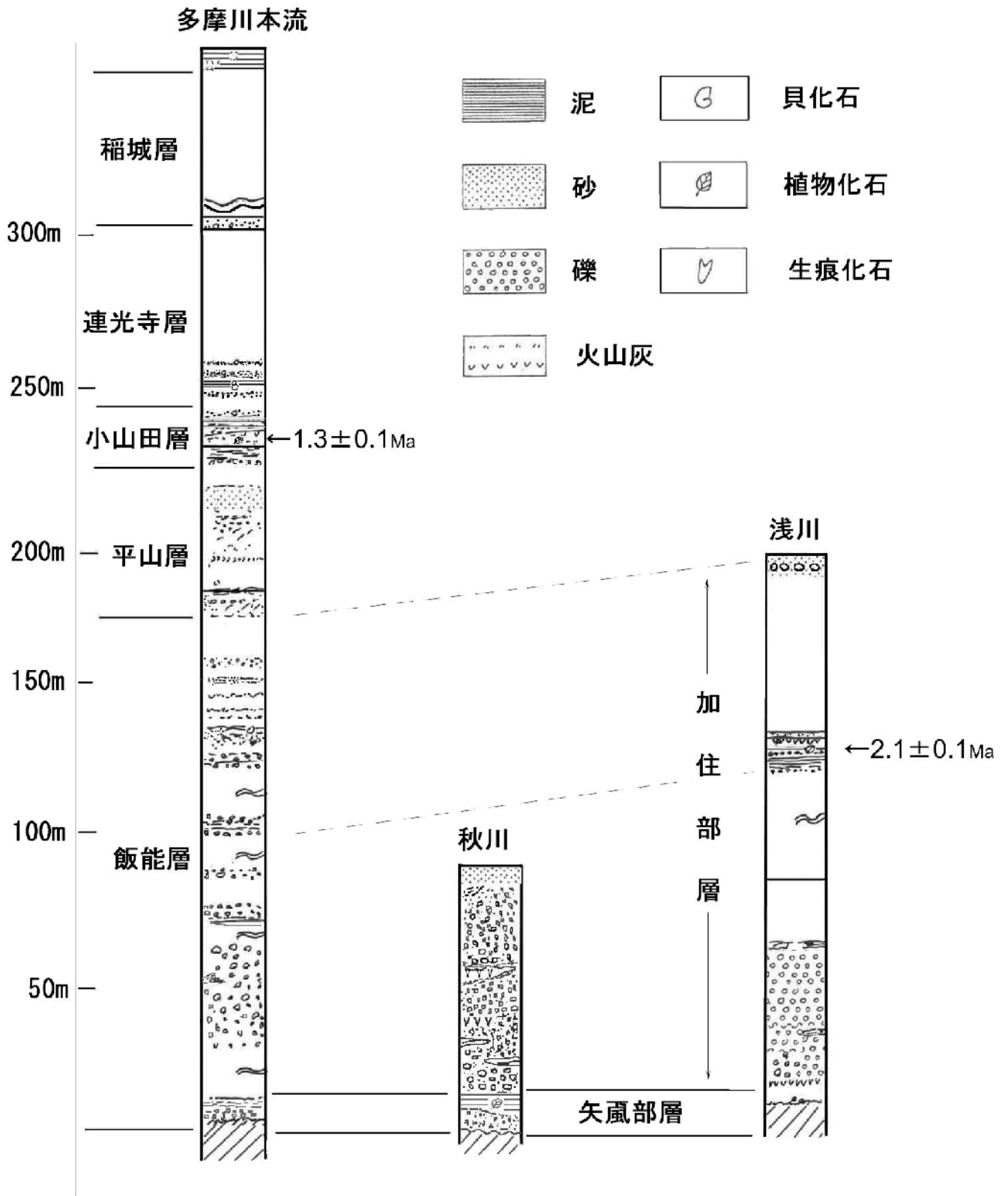


図2 地質柱状図 松川ほか(1991)を改変

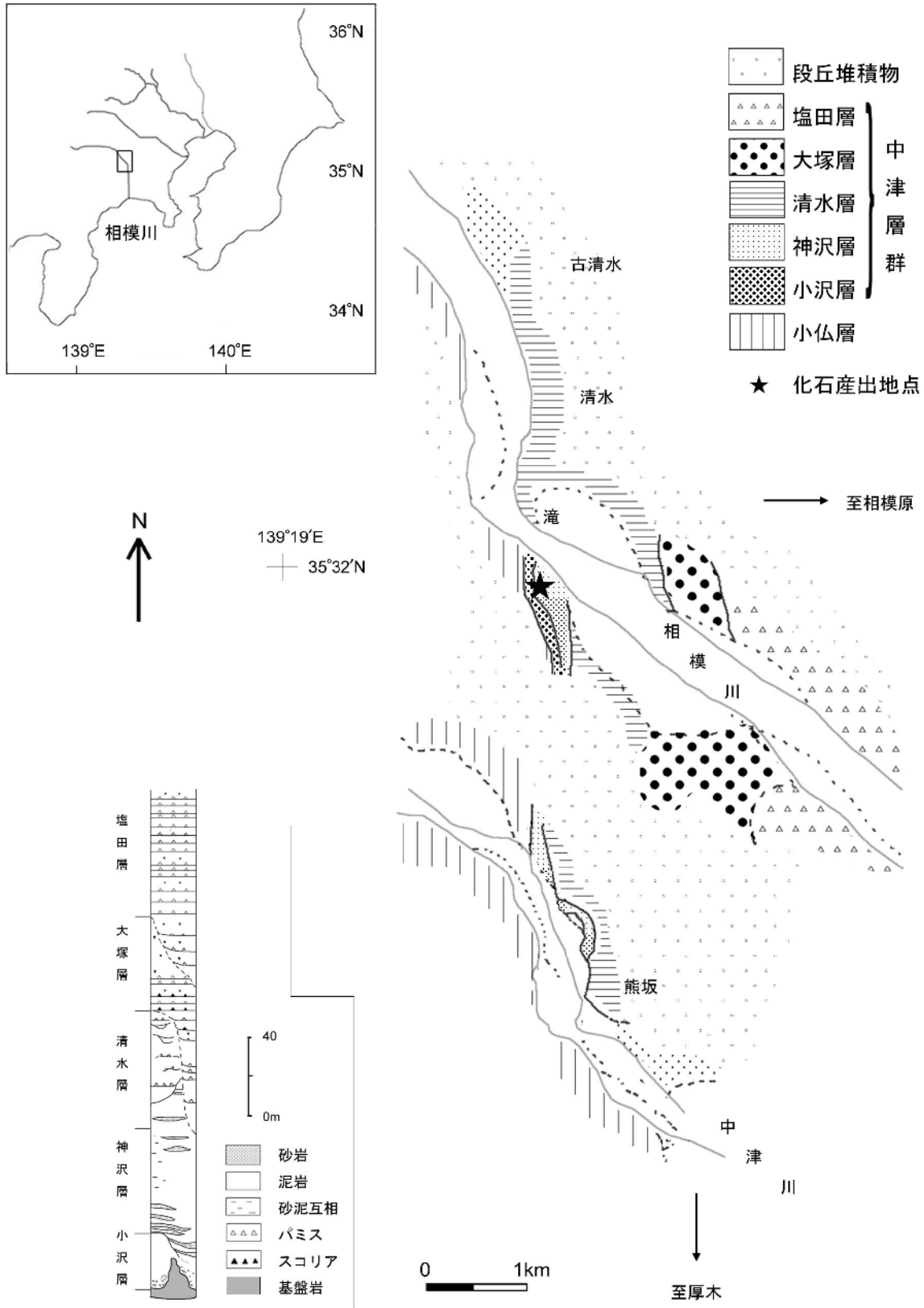


図3 中津層群の地質図と地質柱状図 伊藤（1991）を改変

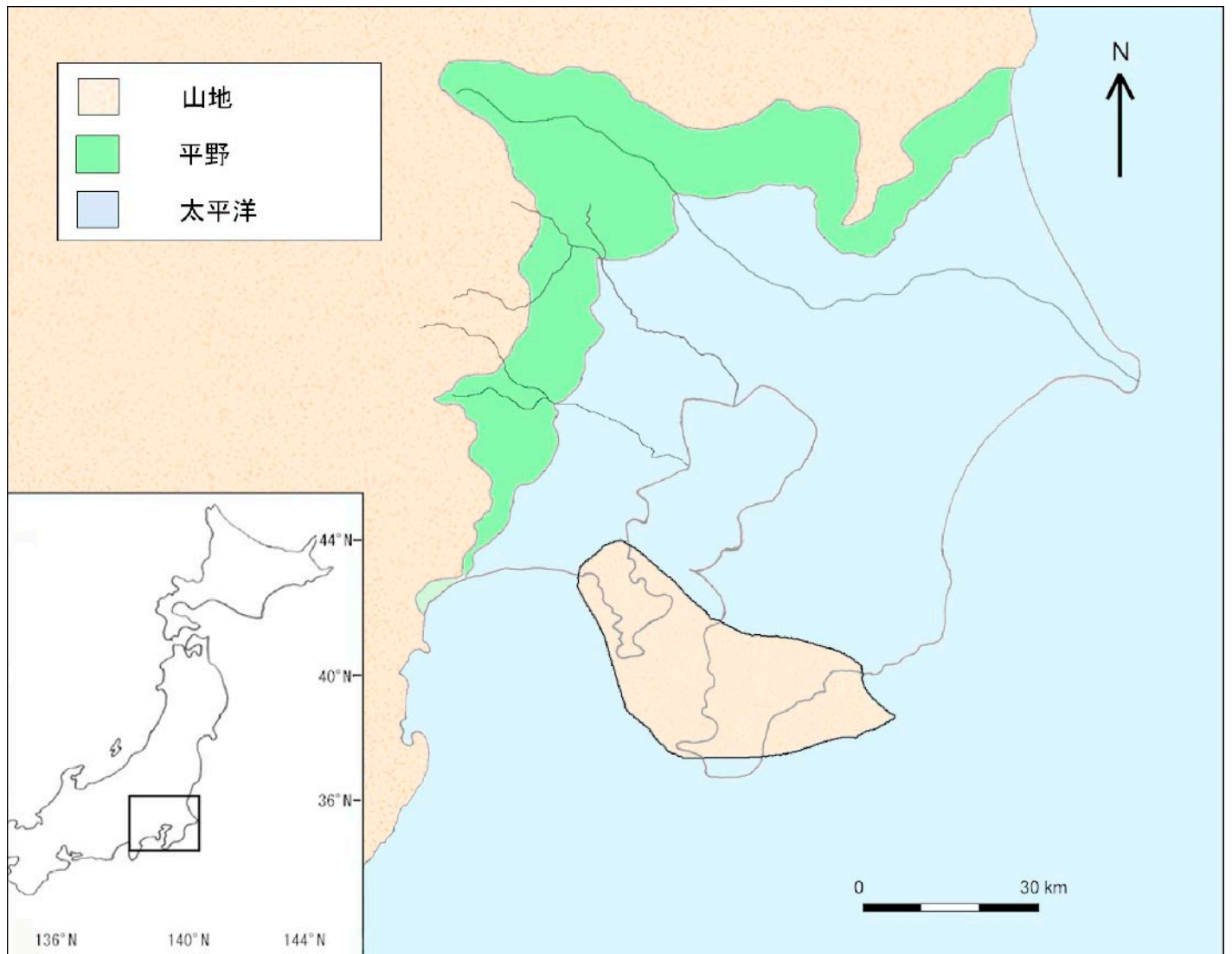


図4 100 万年前の古地理図 渡部ほか(1987)を改変

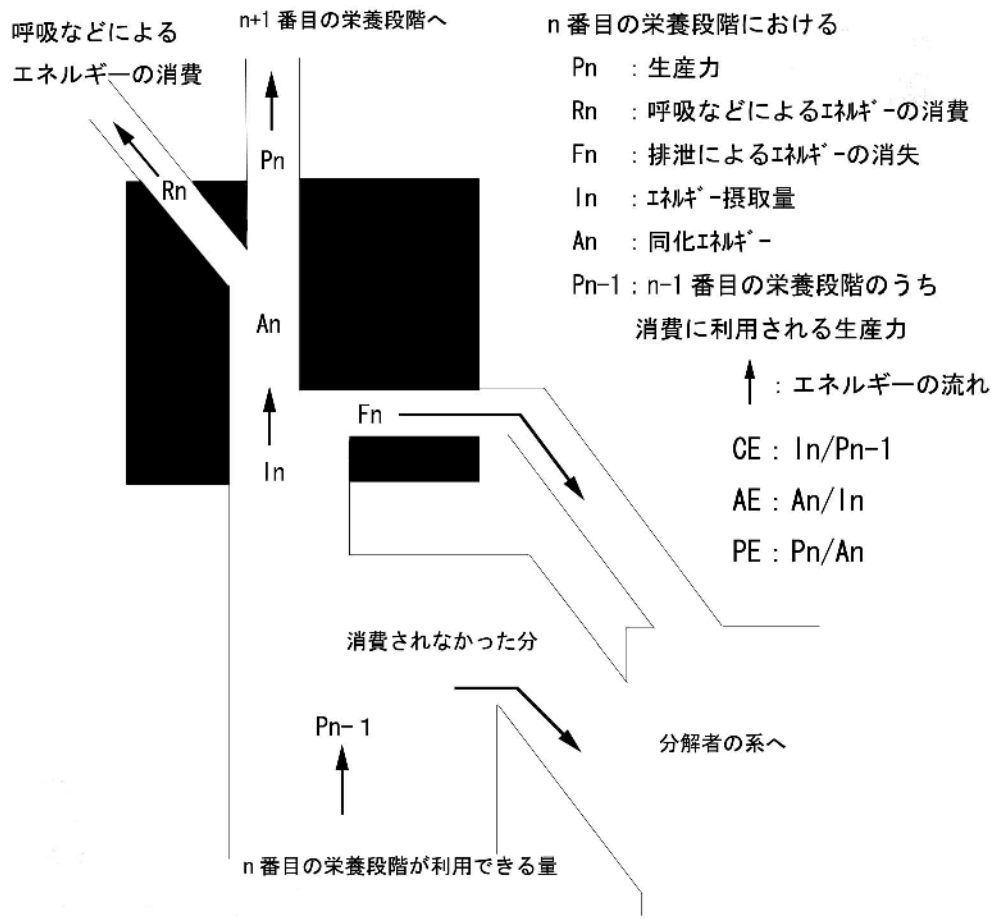


図5 栄養段階の一つの生体を通ずるエネルギー流のパターン Begon et al. (1999)を改変

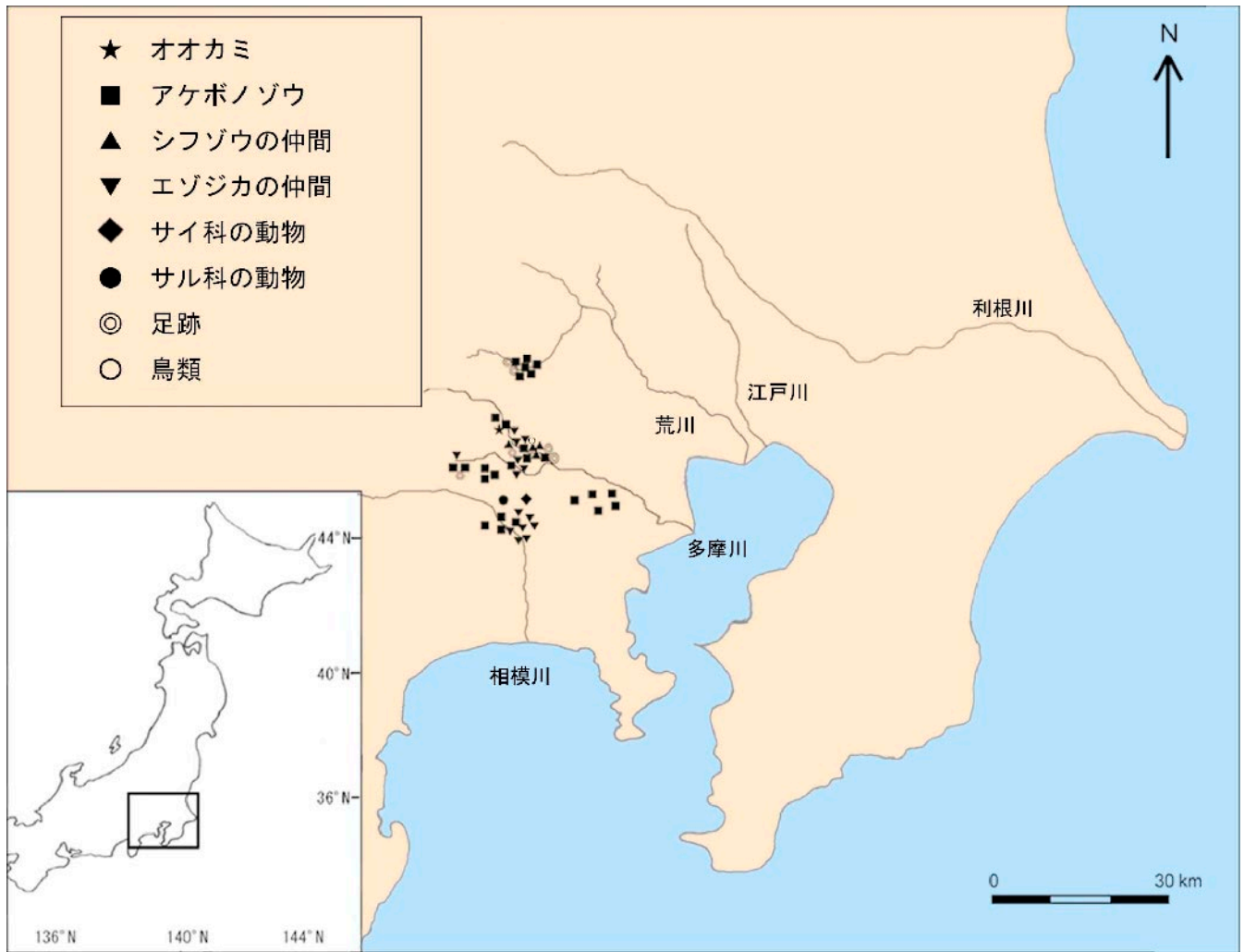


図6 鮮新-更新統の化石産出地点

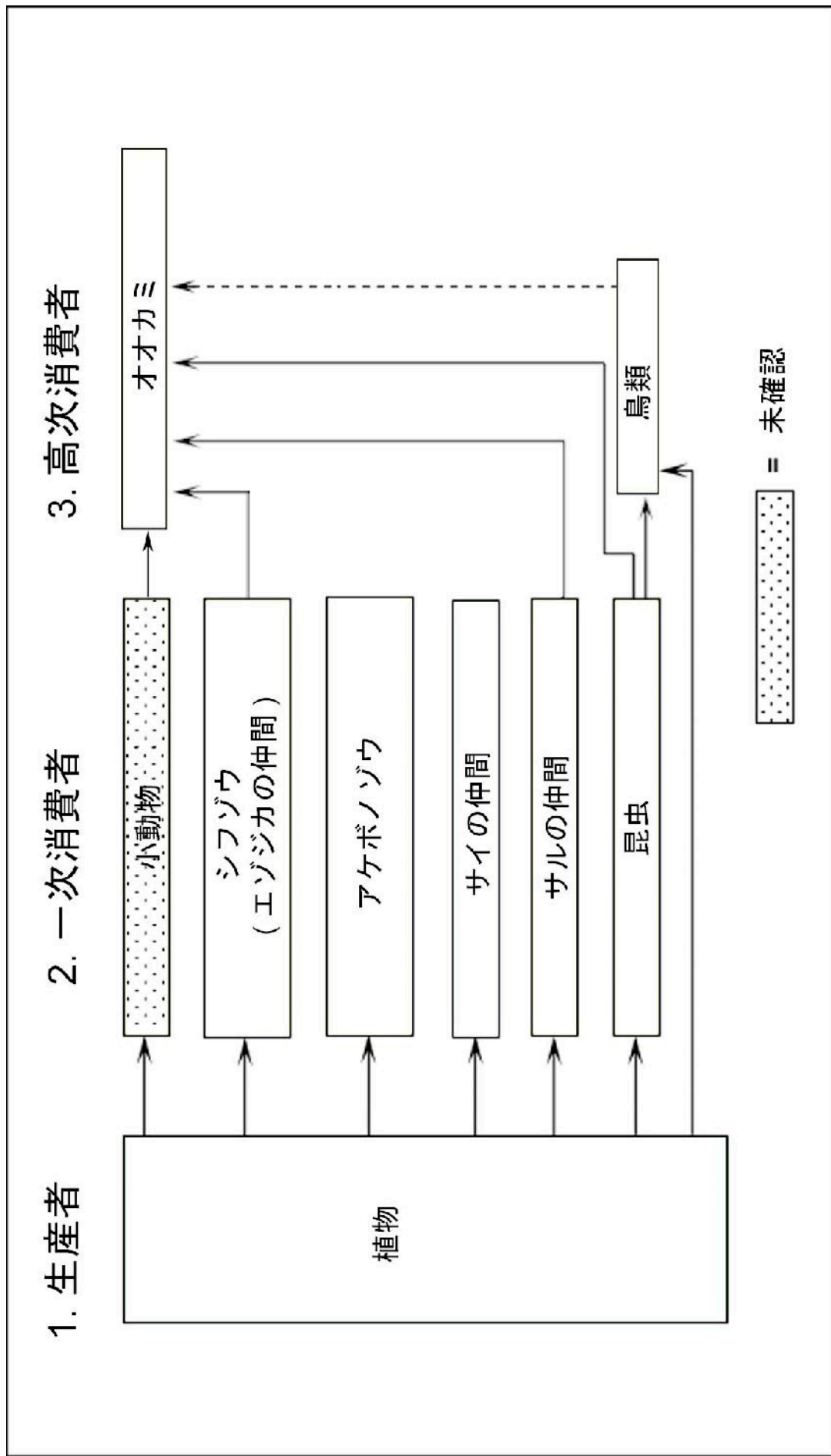


図7 古生態系の食物網モデル

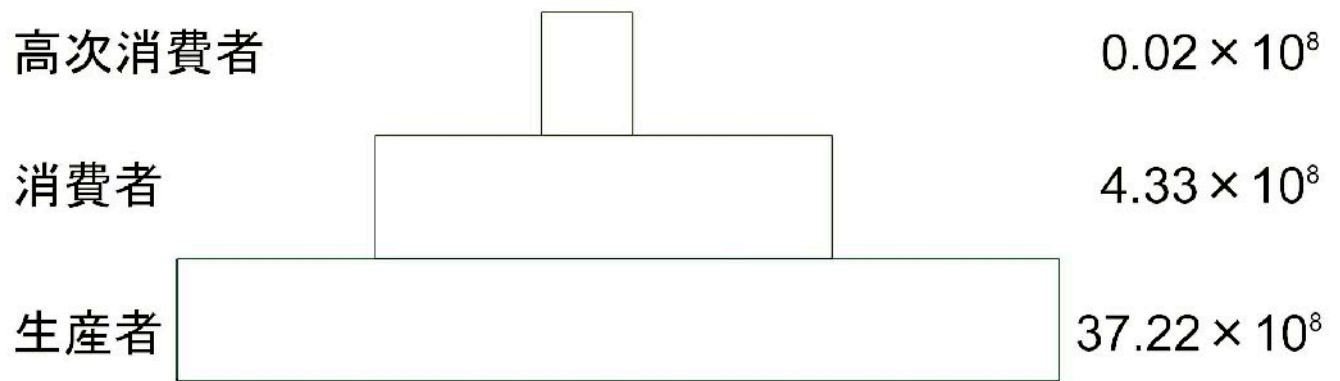


図8 古生態系のエネルギーピラミッド(kcal / km² / y)

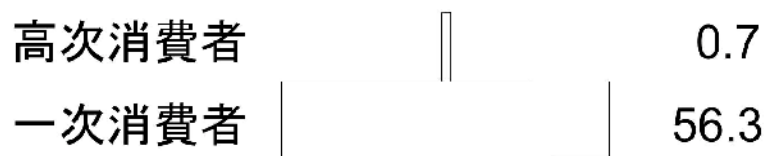


図9 個体数(/km²)

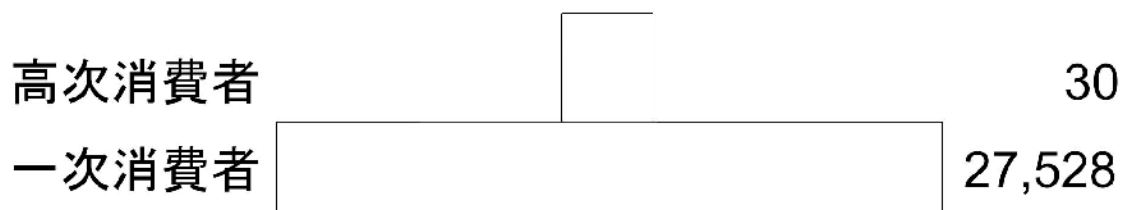


図10 生体量(kg/km²)

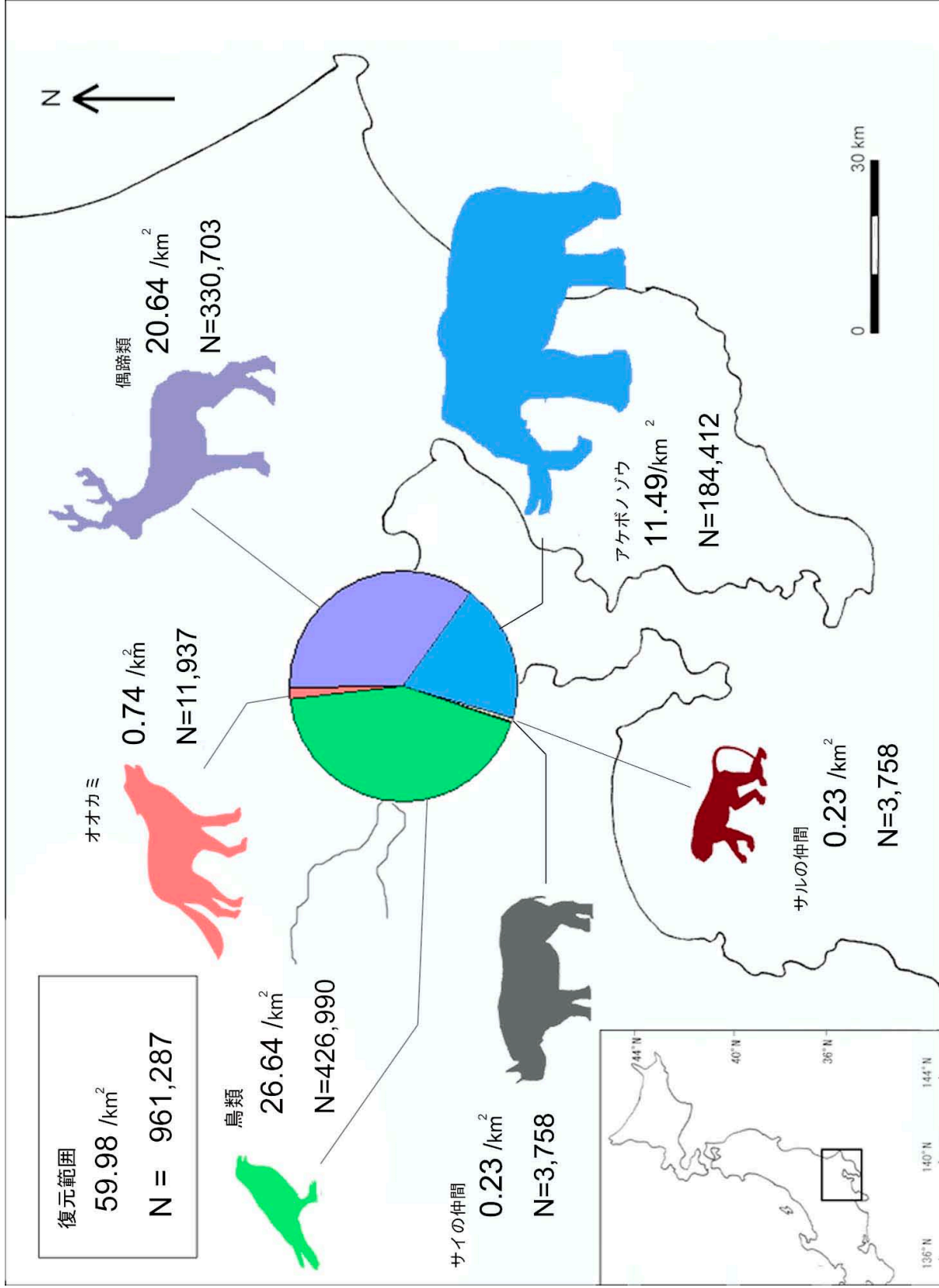


図11 古生態系当時の個体群密度

表 1 動物の所要エネルギー量要求式

動物の種類	単位	式
草食哺乳類	kcal/day	$2 \times (70 \times W^{0.75}) \times (1/0.5)$
肉食哺乳類	kcal/day	$2 \times (70 \times W^{0.75}) \times (1/0.8)$
鳥類	kcal/day	$2 \times (78.3 \times W^{0.723}) \times (1/0.5)$
外温性肉食動物	kcal/day	$2 \times (70 \times W^{0.75}) \times (1/0.8) \times 0.15$

表2. 鮮新-更新統の関東地方の陸上脊椎動物化石の産出化石リスト.

分類群	産出個体数	食性
<i>Elaphurus</i> sp. (<i>Curvus</i> sp.)	88	草食
<i>Stegodon</i> sp.	49	草食
Colobinae gen. et sp. indet.	1	草食
Rhinocerotidae gen. et sp. indet.	1	草食
Birds	1	雑食
<i>Canis falconeri</i>	1	肉食
合計	141	-

表3. 東京周辺の鮮新-更新統から産出した植物化石リスト.

飯能層	
<i>Picea</i> cf. <i>maximowiczii</i> Regel	ヒメバラモミに比較される種
<i>Picea</i> cf. <i>polita</i> Carriere	バラモミ(ハリモミ)に比較される一種
<i>Picea</i> sp. 1	トウヒ属の一種
<i>Pinus fujii</i> Miki	フジイマツ
<i>Pinus karaiensis</i> Siebold et Zuccarini	チョウセンゴケ
<i>Cunninghamia</i> cf. <i>lanceolata</i> Hook	コウヨウザンに比較される種
<i>Metasequoia</i> cf. <i>gliptosoroboides</i> Hu et Cheng	メタセコイア(アケボノスギ)に比較される種
<i>Metasequoia occidentalis</i> (Newberry) Chaney	サワラに近い種
<i>Chamaecyparis</i> aff. <i>pisifera</i> Siebold et Zuccarini	オオバタグルミ
<i>Juglans cinerea</i> var. <i>megacinera</i> Miki	マンシュウグルミ
<i>Juglans mandshurica</i> Maximowicz	-
<i>Salix</i> sp.	ヤナギ属の一種
<i>Fagus</i> sp.	ブナ属の一種
<i>Quercus serrata</i> Thunberg	コナラ
<i>Quercus dentata</i> Thunberg	カシワ
<i>Actinodaphne</i> cf. <i>lancifolia</i> Meissn	カゴノキに比較される種
<i>Prunus</i> cf. <i>saricina</i> Lindley	スモモに比較される種
<i>Rosa</i> sp. B	ノイバラの一種 B
<i>Gleditschia japonica</i> Miquel	サイカチ
<i>Wisteria</i> cf. <i>floribunda</i> (Willdenow) De Candolle	フジに比較される種
<i>Styrax japonica</i> Siebold et Zuccarini	エゴノキ
<i>Styrax microcarpa</i> Miki	コミエゴノキ
Gramineae gen. et sp. indet.	イネ科の一種
<i>Smilax</i> sp.	サルトリイバラの一種
平山層	
<i>Carpinus cordata</i> Blunme	サワシバ
<i>Castanea crenata</i> Siebold et Zuccarini	クリ
<i>Fagus crenata</i> Blume	ブナ
<i>Fagus japonica</i> Maximowicz	イヌブナ
<i>Quercus serrata</i> Thunberg	コナラ
<i>Zelkova</i> cf. <i>serrata</i> Makino	ケヤキに比較される種
<i>Actinodaphne</i> cf. <i>lancifolia</i> Meissn	カゴノキに比較される種
<i>Lindera</i> cf. <i>umbellata</i> Thunberg	クロモジに比較される種
Lauranceae? gen. et sp. indet.	クスノキ科の一種
<i>Prunus</i> cf. <i>persica</i> Bastsch	モモと比較される種
<i>Prunus</i> sp.	サクラの一種
<i>Rosa</i> sp. A	ノイバラの一種 A
<i>Wisteria</i> cf. <i>floribunda</i> (Willdenow) De Candolle	フジに比較される種
<i>Acer palmatum</i> var. <i>palmatum</i> Thunberg	イロハモミジ
<i>Acer palmatum</i> var. <i>amoenum</i> (Carrere) Ohwi	オオモミジ
<i>Acer mono</i> Maximowicz	イヤタカエデ
<i>Acer mono</i> var. <i>glaucum</i> (Koizumi) Sugiyama	ウラジロイタヤ
<i>Meliosma</i> aff. <i>myiantha</i> Siebold et Zuccarini	アワブキと近似な種
<i>Styrax japonica</i> Siebold et Zuccarini	エゴノキ
Gramineae gen. et sp. indet.	イネ科の一種
<i>Smilax</i> sp.	サルトリイバラの一種

仏子層	
<i>Juglans cinerea megacinerea</i>	オオバタグルミ
<i>Pterocarya</i>	シキシマサワグルミ
<i>Alunus</i> sp.	ハンノキ属の一種
<i>Stewartia monadelph</i> a Siebold et Zuccarini	ヒメシャラ
<i>Carex</i> gen. et sp. indet	カヤツリグサ科の一種
<i>Magnolia kobus</i> Magnolia	コブシ
<i>Metasequoia</i> cf. <i>gliptostoroboides</i> Hu et Cheng	メタセコイア(アケボノスギ)に比較される種
<i>Picea koribai</i>	オオバラモミ
神沢層	
<i>Cephalotaxus</i> sp.	イヌガヤ科の一種
<i>Metasequoia occidentalis</i> (Newberry) Chaney	メタセコイア属の一種
<i>Sequoia</i> sp.	セコイア属の一種
Taxodiaceae gen. indet.	スギ科の一種
<i>Thujaopsis</i> sp. cf.	アスナロ類似種
<i>T. dolabrata</i> Siebold et Zuccarini	アスナロ類似種
<i>Picea</i> sp. 1	トウヒ属の一種
<i>Picea</i> sp. 2	トウヒ属の一種
<i>Pseudotsuga</i> sp.	トガサワラ属の一種
Lauraceae gen. indet.	クスノキ科の一種
<i>Liquidambar</i> sp.	クスノキ科の一種
<i>Cyclobalanopsis</i> sp. 1	アカガシ属の一種
<i>Cyclobalanopsis</i> sp. 2	アカガシ属の一種
<i>Fagus</i> sp. cf. <i>F. japonica</i> Maxim.	イヌブナ類似種
<i>Fagus</i> sp. cf. <i>F. microcarpa</i> Miki	ヒメブナ類似種
<i>Fagus</i> sp.	ブナ属一種
<i>Quercus</i> sp. sect. <i>cerris</i>	コナラ属の一種
<i>Betula</i> sp.	カバノキ属の一種
<i>Juglans</i> sp.	クルミ属の一種
<i>Styrax</i> sp.	エゴノミ属の一種
<i>Sapium</i> sp.	シラキ属の一種
<i>Choerospondias</i> sp. cf. <i>C. axillaris</i> (Roxb.) B. L.	チャンチンモドキ類似種

表4 古生態系復元の計算に用いた既定値と計算値.

	単位	値	データ
総面積	m ²	16,829,000,000	河川現況調査1979
山地面積	m ²	7,879,200,000	河川現況調査1979
平野面積	m ²	8,146,900,000	河川現況調査1979
山地のNPP	kcal/m ² /y	5,313	Whittaker.1975
平野のNPP	kcal/m ² /y	2,550	Whittaker.1975
一次生産量	kcal/y	62,632,845,000,000	Whittaker.1975
山地の一次消費効率	ratio	0.05	Whittaker.1975
平野の一次消費効率	ratio	0.25	Whittaker.1975
山地の一次消費量(A)	kcal/y	2,092,912,500,000	
平野の一次消費量(B)	kcal/y	5,193,648,750,000	
草食動物の一次消費量(A+B)	kcal/y	7,286,561,250,000	
草食動物の同化効率	ratio	0.50	Heal&Maclean,1975
草食動物の生産効率	ratio	0.02	Heal&Maclean,1975
草食動物の二次生産量	kcal/y	72,865,612,500	
肉食哺乳類の二次消費効率	ratio	0.75	Begon.et.al.,1999
肉食哺乳類の二次消費量	kcal/y	54,649,209,375	
昆虫の消費効率	ratio	0.05	Begon.et.al.,1999
昆虫の消費量	kcal/y	3,131,642,250,000	
昆虫の同化効率	ratio	0.40	Heal&Maclean,1975
昆虫の生産効率	ratio	0.40	Heal&Maclean,1975
昆虫の生産量	kcal/y	501,062,760,000	
鳥類の昆虫に対する消費効率	ratio	0.05	Heal&Maclean,1975
鳥類の昆虫に対する消費量	kcal/y	25,053,138,000	

ハチオウジゾウを用いた地学野外実習

——野外学習と室内学習の比較に基づく地質学習の意義と評価方法の検討——

相場博明¹・小林まり子²・松川正樹³

1. 慶應義塾幼稚舎
2. 東京都国分寺市立第五小学校
3. 東京学芸大学・教育学部・自然科学系・環境科学分野

1. はじめに

小学校学習指導要領解説理科編（文部省，1999）では、「生物，天気，川，土地などの指導については，野外に出掛け地域の自然に親しむ活動を多く取り入れるとともに，自然環境を大切にすることやよりよい環境をつくろうとする態度をもつようにすること．」と野外実習の重要性が示されている．

しかし，場所，教材，指導法や実施に関わる手続き上などの問題から，地学野外学習はほとんど実施されていないのが現状である．東京都公立小学校における実施率は1997年で14%と低い値を示し（宮下，1999），2003年には，“今年度中に，「土地のつくり」の学習の中で地学野外学習を実施する予定の小学校は？”という質問で「実施する」との回答はわずか7%にとどまった（宮下・三井，2003）．そのため，室内でも，野外で学習した場合と同様の学習効果が得られる教材や指導法の可能性を検討する必要がある．

八王子市の楢原地域の北浅川河床からはさまざまな化石が産出し，地質野外実習地として紹介されている（松川ほか，1991）．しかし，この地域より，偶蹄類の足跡，長鼻類の臼歯・切歯，骨格や足跡の化石などが発見されたことから，地質野外実習地として，新たな展開の可能性が注目されている場所である（松川ほか，2002）．

そこで，本研究では，まず，八王子市楢原の北浅川河床に露出する地層や化石を基に，教材化し，野外学習を実施した．そして，教材，指導法や評価法を野外学習と同様のものを用い，教室をできる限り野外に近づけた室内学習を計画し実施した．そして，2つの実習の比較に基づき，室内での擬似地質野外学習の可能性を検討した．さらに野外学習の意義を見出し，評価方法を検討した．

2. 楢原地域の北浅川河床について

北浅川は東京都八王子市北部を西から東に流れる川で，楢原地域は中央高速道路陸橋下周辺である（図1）．

(1) 地質概略

鮮新-更新統の上総層群は，多摩川南方の多摩丘陵地域に広く露出しており（図2），下位より飯能層，平山層，小山田層，連光寺層，稲城層，飯室層に区分される（表1）（馬場・松川，2002）．八王子市役所より上流側の中央高速道路陸橋下周辺の北浅川河床には，上総層群基底部の飯能層上部の地層が露出しており，飯能層上部に対比される多摩丘陵に分布する大矢部層が200万年前と見積もられている（関東平野西縁丘陵研究グループ，1995，図3）．

中央高速道路陸橋より上流約100mには，斜交層理の発達するマトリックスに砂質の小～中礫層がわずかに露出しており，砂層と直立樹幹を含む砂質泥層が重なる．その上位には斜交層理の発達する砂層があり，砂層上位には小礫が含まれる．さらに，長鼻類や偶蹄類の足跡と直立樹幹，樹幹の破片や球果の化石を含む砂質泥層が重なる．この砂質泥層は上位で炭質物を多く含むようになり，

北浅川と城山川との合流地点にかけては、直立樹幹の化石を多く含む灰色砂質泥層となる。これは、とくに、左岸に広く露出している。この灰色泥質砂層中からは、1967年に29株の立木化石が発見された。その上には径5mmほどの白色の浮石を多く含む砂層が重なっている（図4）（松川ほか、2002）。その立木化石群は、地名をとって「檜原メタセコイア化石林」とも呼ばれている。

（2）産出化石に基づく古環境

この地域から、ゾウの足跡、シカの足跡、立木、木片、葉や球果などの動植物化石やコハクが産出する（図5）。それらの産出化石と地層を基に、古環境が推定されている（松川ほか、1999、2002）。それは、以下の通りである。

中央道陸橋から下流に70m程の右岸に長鼻類の足跡が密集しており、偶蹄類の足跡も含まれる。大きさや時代から、「ハチオウジゾウ」がつけたものと推定されている。また、中央道陸橋から下流に150m程のあたりには、直立樹幹が観察でき、直立樹幹の化石はメタセコイアのもものと推定されている。メタセコイアの球果の化石、オオバタグルミ、エゴの木の種、ヒシの実、昆虫などの化石も見つかる。また、右岸からは、長鼻類の臼歯、切歯や骨格の化石を産した。左右上下の6個の臼歯と左右2本の切歯とその他の骨格の破片が産出した。化石は大小の樹幹の破片や球果の化石を含む砂質泥層に見られる。

復元された環境の特徴は以下の通りである。

1) 氾濫原であった

化石はすべて泥層から産出している。また木片が大量に見つかっている。泥と木片というのは両方とも軽いので、沈まずに浮く。台風で水かさが増えたときに、川からあふれて堆積したものと考えられる。このことから、川の主流ではなく氾濫原であったと解釈される。

2) 火山の噴火があった

コハクを産出する層には、パミス（火山噴出物）が含まれており、火山の噴火があったのではないかと解釈できる。

3) 季節は秋だった

メタセコイアは、原産地では高さ35m、幹の直径2.5mになるものもある落葉高木である。枝や葉は対生し、葉の長さ2～3cm、幅1mmほどであり、秋には紅葉、落葉し小枝も一緒に落ちる。球果は直径2～2.5cmの卵状球形で、秋に緑色から褐色に熟す（図6）（林、1985）。北浅川河床からは、多くのメタセコイアの球果や葉の化石が産出している。

また、木片が数多く産出している。木が木片になるのは水の影響が考えられ、台風の季節であると解釈できるため、落葉の季節とも一致する秋であったと解釈できる。

4) メスと子どものゾウがいた

ゾウの社会生活は、オスは単独行動で、メスと子どもは群れである (D. W. マクドナルド, 1986)。つまり足跡が1頭のものであればオスのゾウで、数頭のものであればメスと子どものゾウがいたということがわかる。北浅川河床からは、大量のさまざまな大きさの足跡が見つかるので、メスと子どものゾウがいたと解釈される。

シカは基本的に母子群、雄群、発情期の一時的な雌雄混合群からなるので、足跡個数から性別の区別はできない。

以上のことから、秋にメタセコイアを中心とする湿地林の落葉の中をメスや子どものゾウや、シカが歩いていた様子が想像できる。

3. 教材化

古環境の推定に基づき、檜原地域の北浅川河床を教材化した。

(1) ねらい

- ① 地層や化石を観察し、土地のつくりと変化についての考えをもち、土地に関する事象を多面的に追求することができる。
- ② 北浅川河床に露出する地層から、地層の重なりを考えることができ、地層は広がり意識することができる。
- ③ 200万年前の環境を復元することで、環境は今見ているものが全てではなく、多くの年月をかけて変化し続けているものだということを実感することができる。

(2) 対象

土地のつくりについて学習する第6学年に設定した。

(3) 課題の設定

化石の産出地点ごとにポイントを5つに分けた (図7)。児童の思考を十分に広げ、主体的に取り組めるように、ポイントごとに課題を設定し、グループで考えさせる教材にした。

ポイント1・・・礫の層が観察できる場所。

200万年前に堆積した直径約2～3cmの礫 (A) の層の上に、数十年から数年前に現在の川の増水により堆積した直径約10cmの礫 (B) の層が重なる。また、川原には礫 (C) がある (図8)。

課題① A, B, C, 3つの礫の大きさや形を観察し、違いは何を意味しているか考えさせる課題を設定した。礫が地層の中に含まれるか、ビニールが含まれるか、川原に静化しているかの産状の相異から、堆積した時代の違いがわかればよいが、比較の目を育てることがねらいである。

ポイント2・・・ゾウの足跡化石とシカの足跡化石が観察できる場所。

課題② 足跡化石を“不思議な穴”とし、スケッチ、大きさの測定を通してこの穴は何かを考えさせる課題を設定した。足跡も化石になることを知ることがねらいである。

ポイント3・・・立木化石が観察できる場所.

課題③ 年輪を数え、何年間生育していた木であるか調べたあと、立木が、化石か化石でないかを考えさせる課題を設定した。地層の中から出てくれば化石であると理解できるようにすることがねらいである。

ポイント4・・・メタセコイアの葉や球果、ツゲの葉、オオバタグルミ、エゴの木の実などさまざまな植物化石が産出する場所。化石採集を行う。

課題④ 化石の含まれる層は、礫（ごつごつ）、砂（ざらざら）、泥（ぬるぬる）のどれかを手ざわりから考えさせる。そして、化石採集で産出した化石を基に、古環境を推定する課題を設定した。産出化石を手がかりに昔の様子を復元できることに気づくようにすることがねらいである。

ポイント5・・・コハクを含む地層が観察できる場所.

課題⑤ 地層の広がりや傾きに注目させ、観察してきた礫の層、立木を含む層、コハクを含む層が重なる順番を考えさせる課題を設定した。地層の広がりを理解できるようにすることがねらいである。

以上の5つの課題を基にワークシート（資料1）を作成した。

(4) 室内をでき得る限り野外に近づけるための工夫

①実物の持ち込み

礫、化石、泥層など、教室に持ち込むことができるすべてのものを持ち込んだ（図9）。

②写真の持ち込み

教室に持ち込むことのできない足跡化石、立木化石はスケールを入れた写真を持ち込んだ。

③ビデオの作成

北浅川の様子や、各ポイントの様子をビデオに撮り、空間的に捉えられるようにした。

④パソコンの配布

各班にパソコンを用意し、何度も繰り返し自分の見たい映像を見られるようにした。

4. 実践

教材化した教材を基に野外と室内で以下の要領で実践した。実践にあたり、指導教員も指導法も学習時間も同じにし、ワークシートも同じものを使用した。表2に学習の流れを示す。

(1) 野外実践

実施日：平成16年12月4日（土）

対象：慶応義塾幼稚舎第6学年 21名（希望者）

指導者：相場博明，小林まり子

(2) ビデオ実践

実施日：平成16年12月6日（月）

対象：慶応義塾幼稚舎第6学年 K組（44名），O組（44名）

指導者：相場博明

5. 評価方法

以下に示した5つの方法で評価した。

○プレ・ポストテスト

学習前（プレ）と学習後（ポスト）に同じテストを実施し，学習効果の程度を見積もるものである。それぞれの課題に対応した5つの問題を作成した（資料2）。

○観察記録

一人の児童を対象に，課題ごとの問題解決に至る行動・思考を観察するものである。課題の出題の直後，課題解決途中，発表しまとめた後の3回に分けて，児童に考えを聞き，考えの変化を読み取ることも試みた（資料3）。

○チェックリスト

ポイントごとに興味関心，科学的な思考，技能表現，知識理解の4観点で評価項目を作成し，チェック項目としたものである（資料4）。

○意識調査

野外学習と室内授業を受けた児童が，両者を比較評価したものである（資料5）。

6. 考察

(1) 室内学習の可能性

従来の室内学習では，ビデオをただ見るだけで済まされていた。その方式では，内容は理解でき，知識は身につくかもしれない。しかし，ビデオでは，児童が実際に身体を動かして観察したり，観測したりすることはない。従って，児童は，受身で臨むことになる。地質野外学習は，野外で地層や化石の観察を通して理解するものであるから，ビデオ教材による授業と野外での授業を比べても，野外の方が有効なことには変わりはない。しかし，今回の室内学習では，野外学習と同じ条件に近づけるために，実物をできる限り持ち込み，教室で野外の再現を試みる。そして野外学習との比較により，以下に示すような室内学習の可能性を示す。

チェックリストの評価結果を，○を2点，△を1点，×を0点として，点数化した。項目ごとの野外学習と室内学習それぞれの平均得点を図10に示す。ポイント1の③「レキの形に注目しているか」，

ポイント3の①「年輪の数を数え、調べることができるか」、ポイント4の③「手ざわりから、泥の地層であると判別できるか」という項目で、野外学習と同程度の点数が示されている。また、ポイント5の①「手ざわりから、泥の地層であると判別できるか」という項目では、野外学習の約3倍の点数が示された。このことから、実物を室内に持ち込むことで、実物そのもの自体を観察したり、さわることによって判断したりするものについては、室内でもできると解釈される。

また、図11は、野外学習のAグループ、Bグループ、室内のK組、O組の児童のポイントごとの総得点を比較したものである。ポイント1, 2, 5では野外学習と室内学習との間に差があるが、ポイント3, 4では差が見られない。これは、ポイント1, 2, 5では野外学習の方が学習効果が得られるが、ポイント3, 4では室内学習でも野外学習と同じだけの効果が得られていると解釈できる。

次に、野外学習と室内学習の両方を経験した児童の意識を調査した。ポイントごとの結果を見ると（図12）、ポイント1, 2, 5の学習内容に関して、室内学習を支持する児童はいないが、ポイント3と4では室内学習を支持する児童が僅かながらいる。その理由として、「取れない化石の標本が見られる」「考える場合は教室の方が落ち着く」「クリーニングができる」などがあげられている（表3）。

ポイント1は地層の比較をする場所で、ポイント2は足跡の観察、ポイント5は地層の広がりを考える場所である。これに対しポイント3は立木化石が化石かどうか考える場所で、ポイント4は古環境の推定をする場所である。これらのことから、ポイント3と4のような実物を持ち込めたり、室内で考えられたりするものについては室内でも行えると解釈できる。

以上のことから、室内学習では実物を持ち込むことで、化石の観察、地層の粒度の判断、年輪の測定やレキの測定などは可能になることが示された。しかし、できる限り野外に近づけた今回の室内学習ですら、ポイント1のような他の情報と結びつけて考えなくてはいけない比較の問題や、ポイント2のような教室に実物を持ち込むことができないもの、ポイント5のような一つの視野に納まりきれない空間的な問題を考える場合には野外でなければ難しいことが示された。

(2) 野外学習の意義

〈問題解決能力〉

表4は、野外学習と室内学習をした児童の思考過程を観察記録より比較したものである。

ポイント2は、足跡化石の穴を見て、何の穴かを考える課題である。野外児童Aは、始め「足跡」と予測した。しかし、穴の間隔が狭いことに気がついた友達の「足跡としたら歩幅が小さすぎる」という意見により、悩み試行錯誤する。そして、「小さいゾウ」と考えた。さらに、「子どものゾウがいた」という友達の意見を基に、「群れでいた」という考えに至った。野外児童Bは、「原始人の足跡だ」と考えたが、スケッチ、観察の結果、「水で削られた穴である」という結論を出した。一方、室内児童はすぐに足跡と決めたので、試行錯誤していなかった可能性が高い。

ポイント1と5では、野外児童は課題解決に取り組んでいるが、室内児童は課題解決に取り組まず終わっている。また、3回のインタビュー結果を見ると、野外学習では考えていないという児童は見当たらないが、室内学習では全く考えていない児童や、友達のワークシートを写すだけの児童がいた。

次に示す事例は、野外学習において目にした、児童が思考を働かせて課題解決に取り組んでいる様子である。

事例①

ポイント1で観察し終わった児童が、炭のようになった木片が落ちているのを見つけた。その児童は、ポイント2でも落ちていることに気がつき、その木片の正体をずっと疑問に思っていた。そして、ポイント3で立木化石を見て、木片は木が生えていたからあるものだと理解し、すぐにたくさんの木が生えていた林だったと古環境を推定することができた。

実際に林だった野外であるからこそ、児童は自ら疑問をみつけ、その疑問を解決できたのである。またこの児童は、炭のようになった理由として、山火事かなにかがあり、その影響で木が燃えてしまったのではないか、というところにまで思考を深めることができていた。

事例②

ポイント2で、川原に埋まる石を発見した児童は、足跡化石の穴は石があけた穴だという自分なりの答えを導き出した。

正解ではなかったが、積極的に穴の周辺を観察し試行錯誤した結果であり、評価できる。室内学習では、全ての班の答えが「何かの動物の足跡」というものだったことから、室内では情報を制御してしまっているために児童の思考を狭めていることがうかがえる。

事例③

足跡の中に木の化石が埋まっていることに気がついた児童は、ゾウが森の中を歩いていた姿を想像することができた。

自らをその場所に置くことで、古環境を想像した際にイメージが広がりやすいといえる。

また、児童は、課題以外の事象にも興味を示し、指導者が意図していないところにまで発展して知識を深めていた。その事例を下に示す。

事例1

川原を歩いていた児童が、川原がボコボコしていることに気がつき、疑問に思った。水の流れて削られたことがわかり、水の削る力に気がつくことができた。

事例2

ポイント2で、ゾウの足跡だったと知り、足跡も化石になると知った児童たちはぬかるんだ場所で自分の足跡をつけてみた。このような体験ができるのも野外だからこそである。

事例3

ポイント3の立木化石に草が生えていることに気がついた児童は、死んでいる木にも土が積もり種が落ちて草が生えるということを知った。

このように、野外学習では、児童の思考を十分に広げて課題解決に取り組んでいたが、室内学習では、取り組む姿勢が見られない児童や、取り組んでいても、思考を広げられた児童は少なかった。このような結果になった理由として、学習意欲が大きく関わっていると考えられる。室内学習では、実物を持ち込むことで、普段あまり接することのないもの（化石や、地層中のレキなど）に触れて、意欲的に考える児童の姿も見られた。しかし、やはり与えられたものに過ぎず、興味を示さなかった児童もいた。つまり、学習意欲を湧かせるためには、与えられたものではなく、自らが疑問に思ったことを自らの体を使って調べることができる環境が必要であると考えられる。室内学習に持ち込める情報は、指導者側が選び取った情報であり、それ以外の情報を児童は手に入れる術がない。しかし、野外には、さまざまな情報があふれていて、児童の思考は無限に広がる。それは、理解を深めることにもつながる。野外では、児童がいきいきと活動していた。

図13、表3を見ても、野外学習の支持の高さがうかがえる。情報量が制限されてしまう室内学習では、児童の学習意欲が湧きにくく、湧いたとしても、思考の幅を狭めることになり、結局は答えを暗記することにとどまりかねない。問題解決能力を身につけさせられることが野外の意義である。児童の思考過程を大切にし、想像力豊かで積極的、主体的に課題解決に取り組む児童を育てなければ、やはり野外に連れて行く必要があると考え、そのことを強く望む。

○空間的思考能力

ポイント5の「地層の広がり」に関して、チェックリストにより児童の理解度を検討する。表5は、チェックリストの3つの項目の野外学習した児童と室内学習した児童の比較である。③地層の重なりに着目しているか、④地層の広がりを意識しているか、⑤下流側に傾いていることに気がついたか、の3つのチェック項目で、自分の力でできた児童は、野外学習でも室内学習でもいなかった。これは、地層の重なりや広がりへの理解は、児童にとり難しいものと解釈できる。しかし、野外学習では教師の説明による助言があると、それぞれの項目で6、7割の児童が理解できた。

一方、室内学習では、教師の説明があっても理解できていない。このことから、地層の広がりなどの空間的な問題は、実際に地層を見ながら説明しなくては理解できないものであり、図上や、画面上で示しても、児童は理解できないものと解釈できる。一般的に、2つの崖にある地層の対比に関して、図上での作業を通して、対比線を結ぶことができ、理解されたと判断する。しかし、ここ

で示された結果は、野外の崖による地層を用いて、児童に対比を試みさせてもできないことを意味する。

地層を見ながら教師の指導と助言により、児童に地層の重なりや広がりなどの空間的思考能力をつけられることが野外の意義である。

(3) 評価方法の検討

○プレテスト、ポストテストについて

まず、問題の有効性について検討した。プレテスト、ポストテストを実施した結果、問題①は、形に着目させることが目的であったが、大きさに着目して解答した児童が多数いたため、有効な結果はでないと判断し、削除した。また、問題④は骨がばらばらに出てくる理由として、「流されたから」という解答と、「食べられたから」という解答があり、両方とも正解となるため、この問題も削除した。そして、問題②、問題③、問題⑤をそれぞれ問題1、問題2、問題3としてグラフを作成した。

図14は、野外学習をした児童のプレテストの結果を示したものである。問3の地層の広がりの問題では正解率が85%で高い値を示しているにも拘わらず、実際に野外に行き、ポイント5の地層の広がりを考える課題をしても、正解したグループは一つもなかった。これは、いくらテストなどの紙の上で理解していても、机上の空論に過ぎず、実際には理解できていないことを示している。つまり、プレテストの問題⑤のような問題は地層の広がりへの理解にはつながらず、無意味な問題であると解釈できる。実物の評価は、実物ではない紙の上の図などで出来ないのである。

また、ポストテストの結果からみると（図15）、野外学習とビデオによる室内学習の両者の間では差が見られない。しかし、観察記録により、児童の課題解決の過程を比較すると、野外学習では考えていないという児童はいなかったが、室内学習では全く考えていない児童や、友達の仕事シートを写すだけの児童がいた。つまり、本当は理解できていなくても、答えを暗記さえしていればポストテストはできてしまうことになる。

以上のことから、プレ・ポストテストは、信頼性がなく、有効ではないと考えられる。

○チェックリストについて

チェックリストは、観察者が児童の様子を見て評価するものなので、考えていることを言動に示す児童であれば正しく評価することができるが、頭の中でのみ考えている児童の場合は、予想で評価せざるを得ないことになる。つまり、観察者の主観が入りやすいといえる。チェックリストのみで、評価するのは危険である。

○観察記録について

観察記録は、児童の言動そのままを記録し、課題解決の前、途中、後の3回にわたりインタビューを行うものなので、児童の思考過程を読み取ることができる。理解度、興味、思考などが評価でき、形成的評価ができる最も良い評価法であると考えられる。ただ、今回のような、「きめる・うごく・かかわる・つながる・かんがえる」という5つの観点に始めから分けて記録することは、大変困難である。そのため、実践時は児童の言動をそのまま記録し、分析の際に分けて考える方法をとるのが良いと考えられる。

○意識調査について

今回のように、野外学習も室内学習も両方体験した児童の声が聞けるというのは、とても価値のあることである。ワークシートのみでは、学習の記録にとどまりかねないので、意識調査をすることは教材、指導法を見直す上でもとても有効であると考えられる。

以上のことから、児童の理解度の評価法としては、プレ・ポストテストでは判断できず、有効ではない。チェックリストのみでは、信頼性に欠けるため、観察記録と合わせて評価することが必要であると考えられる。

7. 結 論

(1) 室内で実物そのもの自体を観察する場合には、実物を持ち込むことで、野外と同程度の学習効果が得られるという室内学習の可能性を示すことができた。

(2) 野外で学習することの意義は課題解決能力と空間的思考能力を身につけられることである。積極的に児童を野外に連れて行くべきである。

(3) 地質学習での最も有効な評価方法は、児童の思考過程をそのまま記録する観察法である。

8. 謝辞

本研究を行うにあたり、東京学芸大学の松川研究室の院生・学生には、調査や実践においてご協力していただき、また、たくさんのご助言をいただいた。この場を借りて以上の方々に厚く感謝申し上げます。

9. 引用文献

D.W. マクドナルド編 (1986) : 動物大百科 第4巻 大型草食獣. 平凡社, 東京, 161p.

林 弥栄編 (1985) : 日本の樹木. 山と溪谷社, 東京, 751p.

関東平野西縁丘陵研究グループ (1995) : 関東平野西縁丘陵の地質 (1) ——加住丘陵周辺の層序・構造と年代, 地球科学, **49**, 391-405.

馬場勝良・松川正樹 (2002) : 地質野外実習地としての多摩川中流域および狭山丘陵に分布する上

総層群の露頭の現状とそれに基づく教材開発. とうきゅう環境浄化財団報告書, 研究助成・一般研究, **24**, no. 137, 282p.

松川正樹・馬場勝良・相場博明・青野宏美・小荒井千人・伊藤慎 (2002) : 多摩川中流域の上総層群の観察. 2002年秋の研究集会野外見学会案内書, 日本堆積学会, 19p.

松川正樹・馬場勝良・藤井英一・宮下治・相場博明・坪内秀樹 (1991) : 多摩川中流域に分布する上総層群の古環境解析とそれに基づく地質野外実習教材の開発. 多摩川環境調査助成集, **13**, 270p.

宮下治 (1999) : 地学野外学習の実施上の課題とその改善に向けて——東京と公立学校の実態調査から. 地学教育, **52**, 63-71.

宮下治・三井知之 (2003) : 都心部での地形測量に基づく「土地のつくり」の教材化——地学学習指導に対する教師の意識をふまえて. 地学教育, **56**, 69-80.

文部省 (1999) : 小学校学習指導要領解説理科編. 東洋館出版社, 東京, 122p.

檜原植物化石層研究グループ (1967) : 東京都八王子市北浅川河床に発見した新第三紀化石直立樹幹ならびにこれにともなう植物群 (予報). 地質雑, **73**, 441-442.

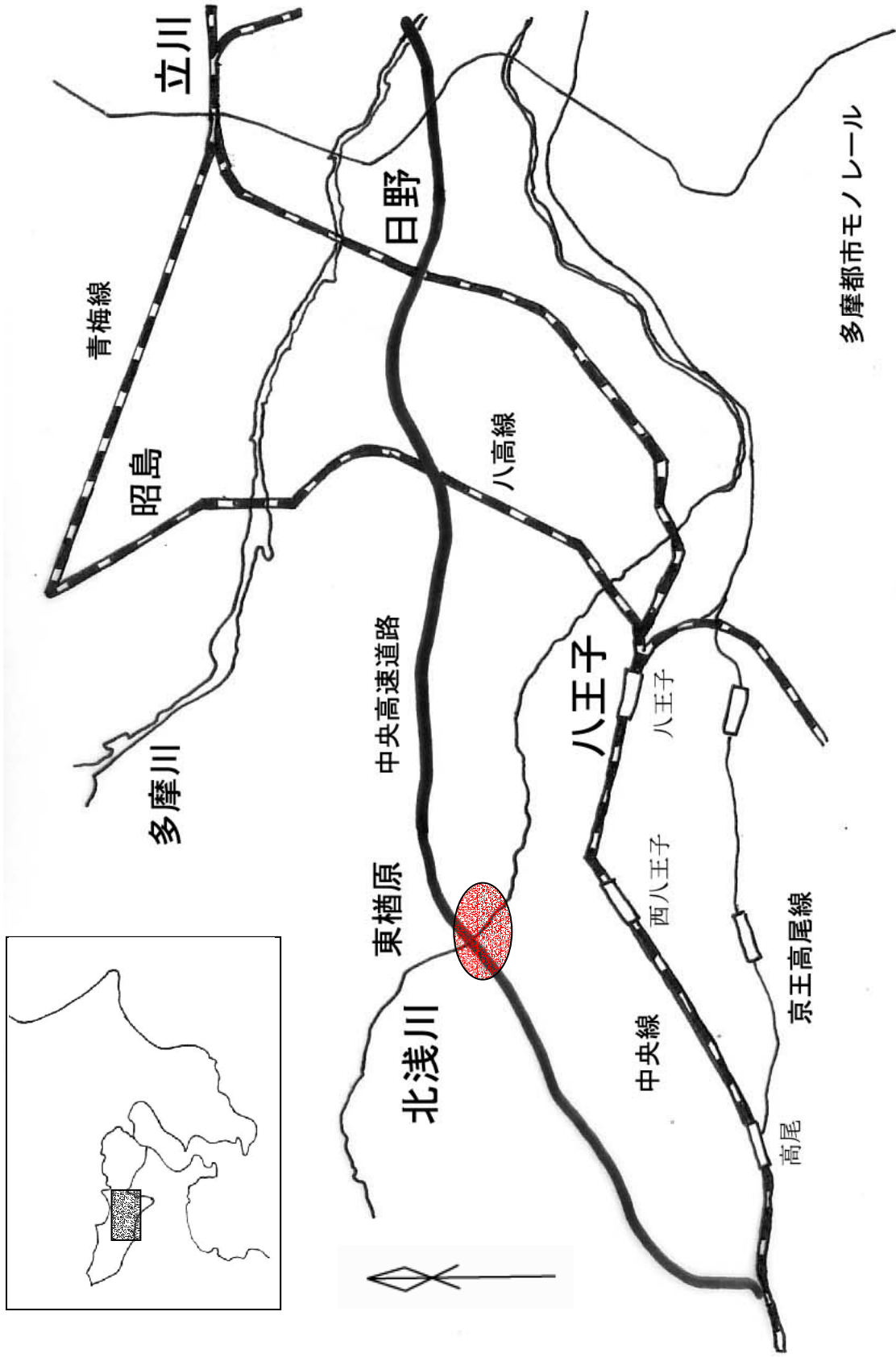


図1 東京都八王子市北浅川河床のハチオウジゾウを用いた地学野外実習地。

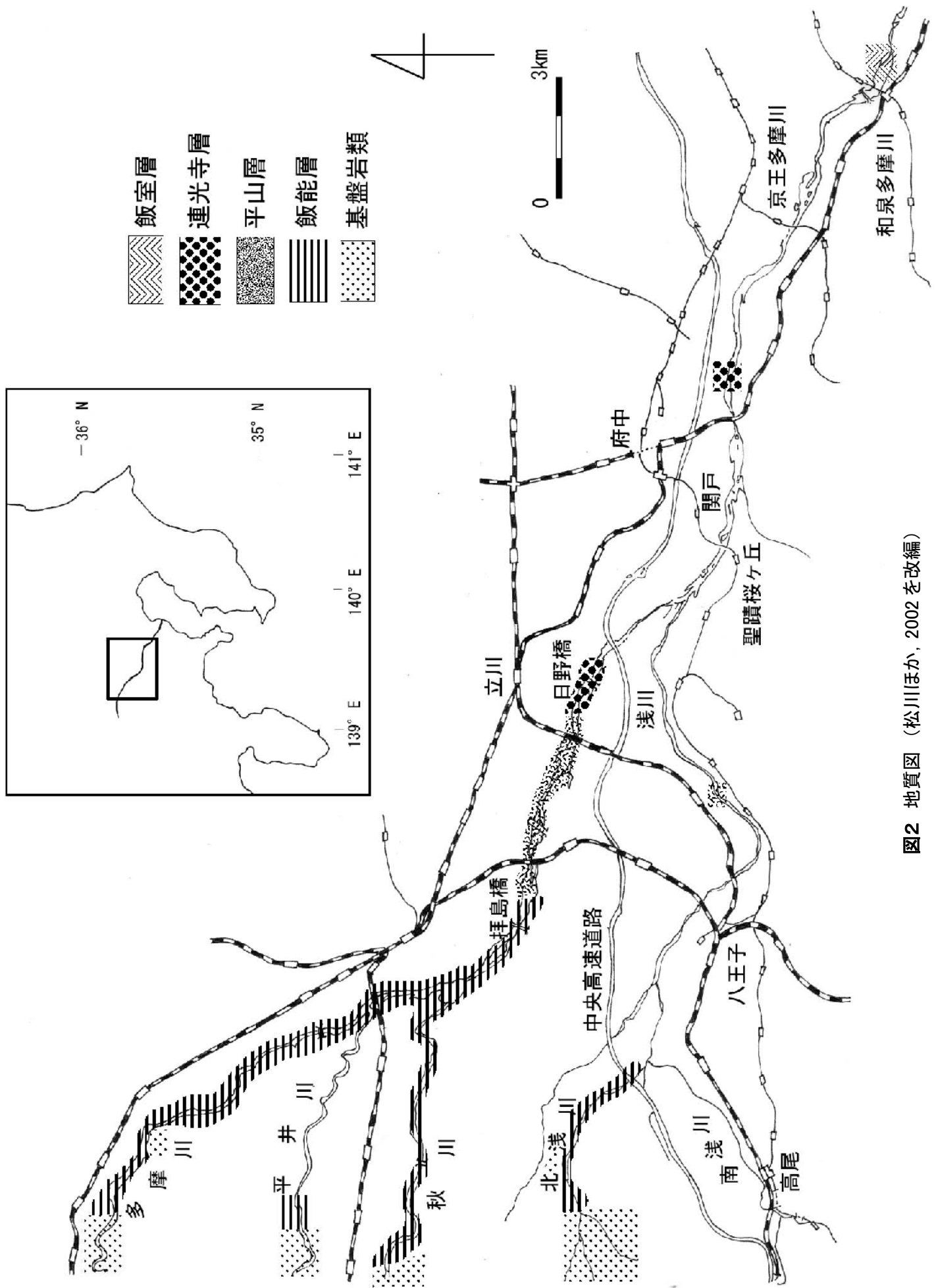


图2 地質図 (松川ほか, 2002 を改編)

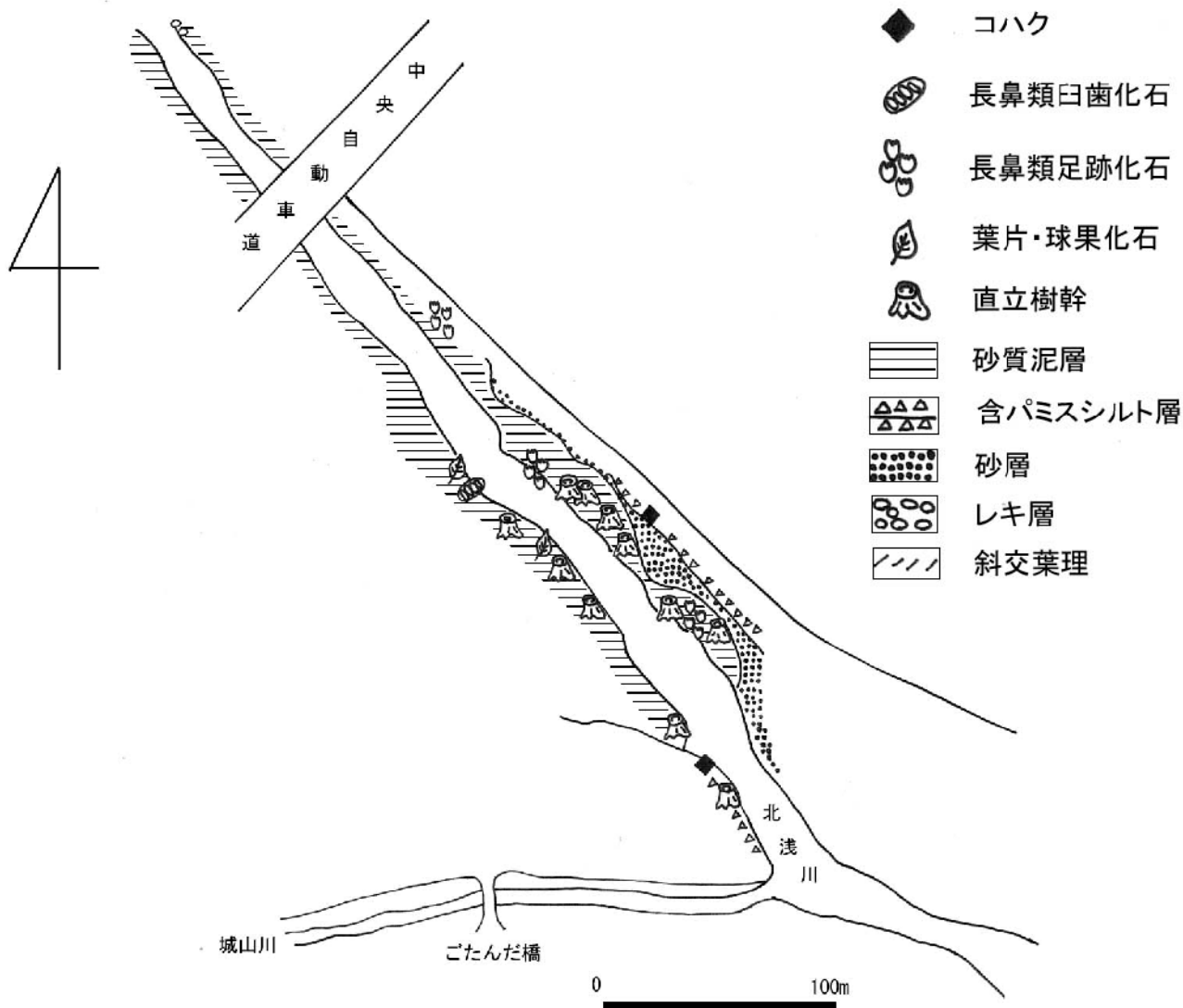


図3 北浅川の上総層群の露頭 (松川ほか, 2002 を改編)

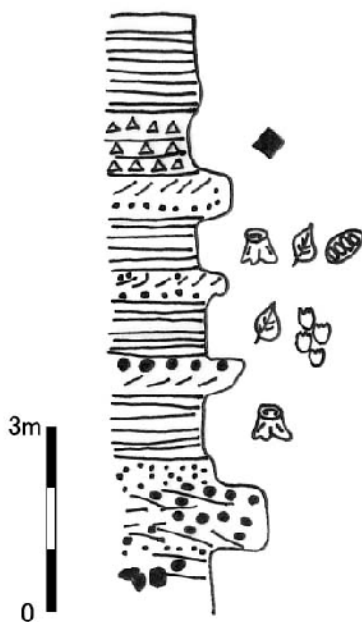
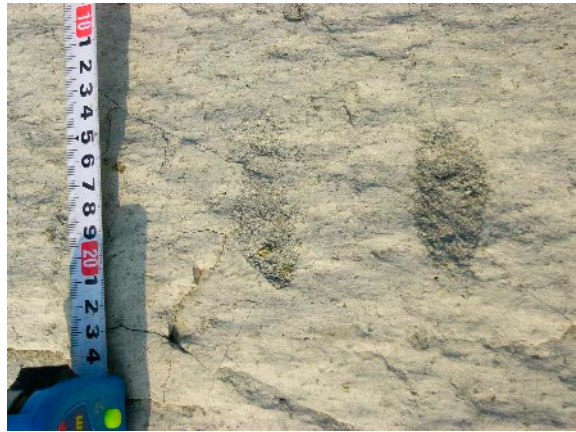


図4 地質柱状図 (松川ほか, 2002 を改編)



ゾウの足跡化石



シカの足跡化石



立木化石



メタセコイアの葉化石



メタセコイアの球果化石



エゴの木の種化石



木片化石



コハク

図5 八王子市檜原町の北浅川河床からの産出化石



球果



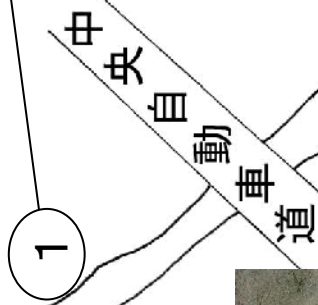
葉

図6 メタセコイア

4



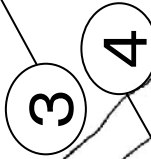
レキの層



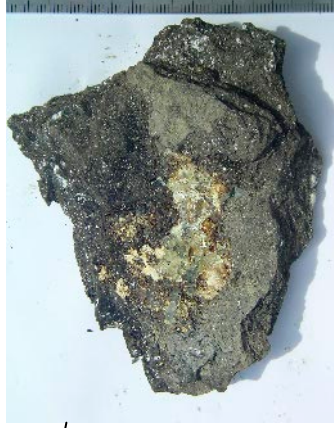
ゾウの足跡



立木化石



メタセコイアの球果



コハク

城山川

北浅川

0 100m



図7 5つのポイント



礫A



礫B



礫C

図8 ポイント1の3つの礫



礫



立木化石の破片



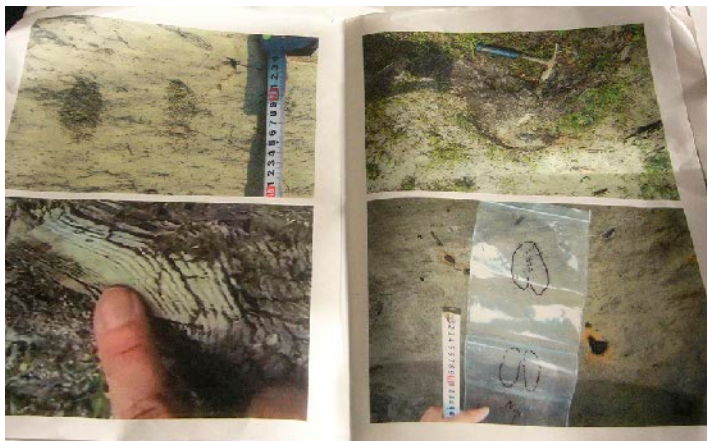
植物化石を含む地層



植物化石



コハクを含む地層



立木化石, 年輪, 足跡化石, 礫の写真

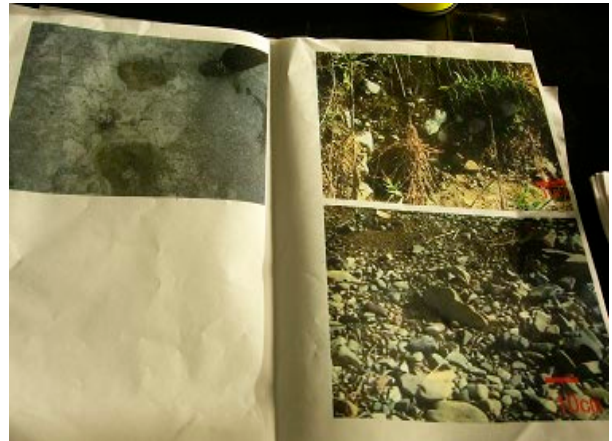


図9 室内に持ち込んだもの

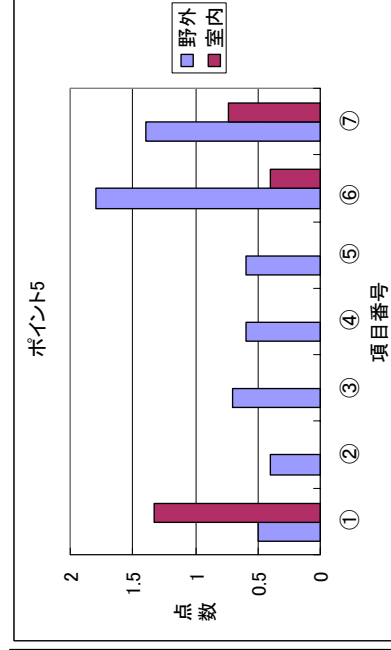
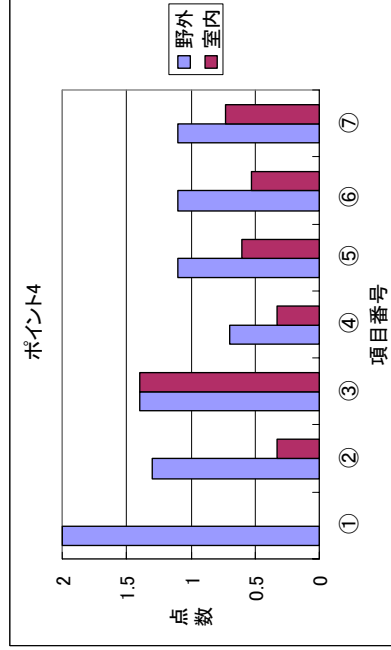
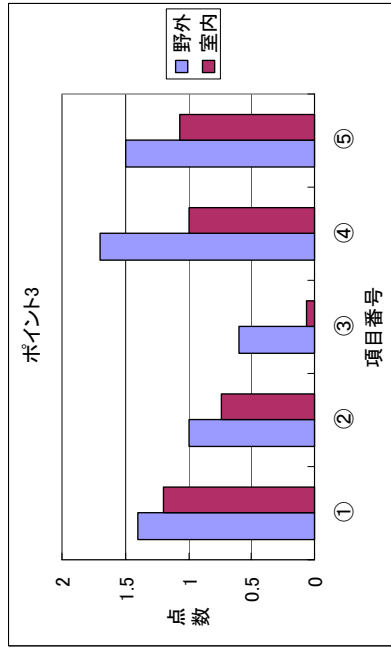
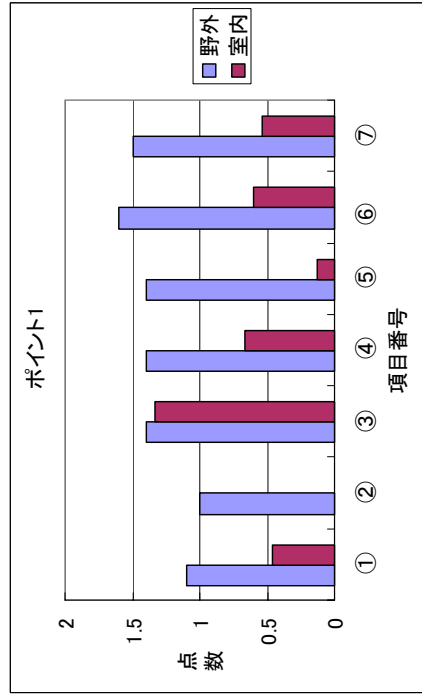
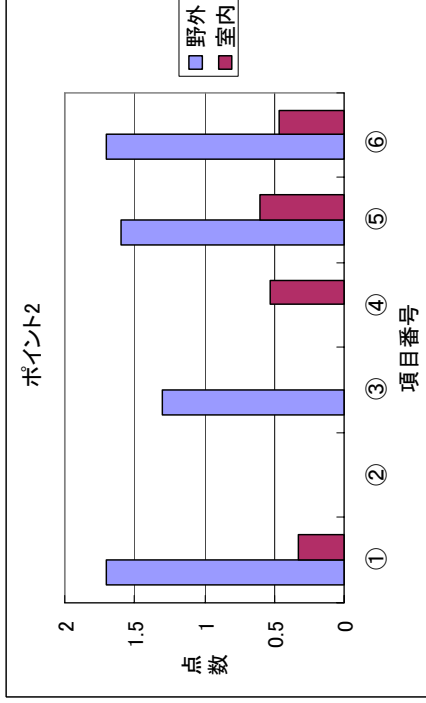


図 10 チェックリストの項目別結果

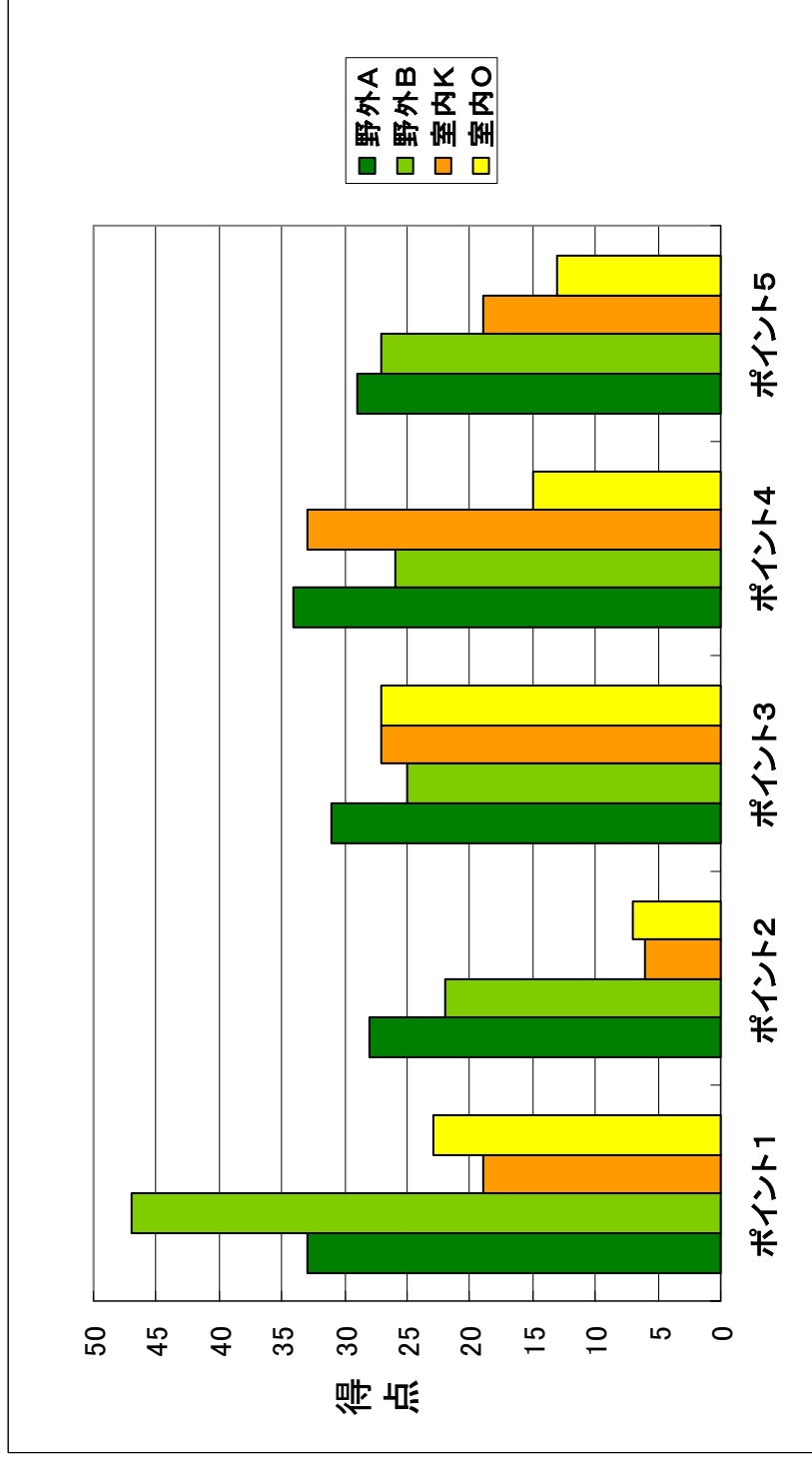


図11 チェックリストのポイントごとの集計結果
 (野外 A, B はグループを, 室内 K, O はクラスを示す)

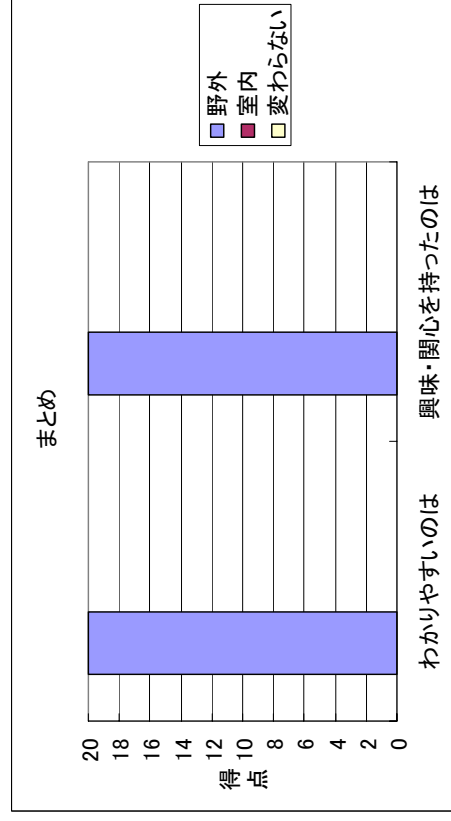
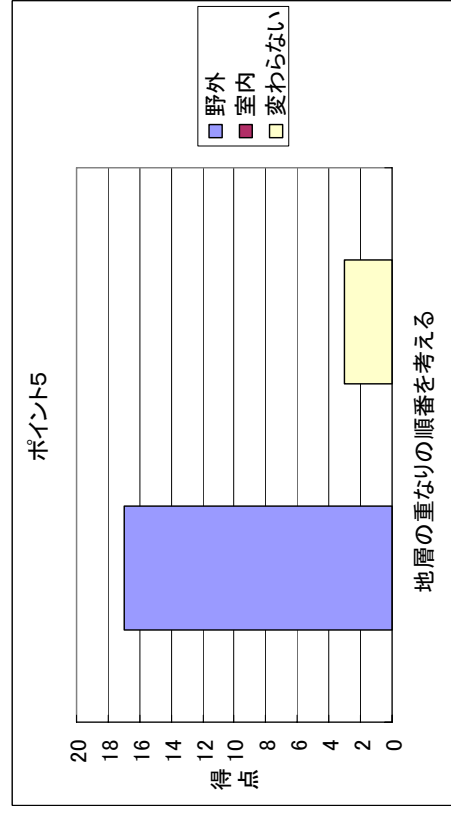
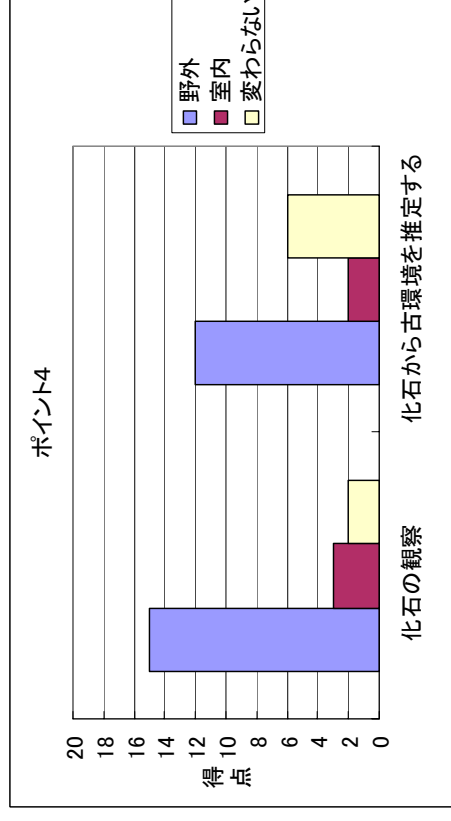
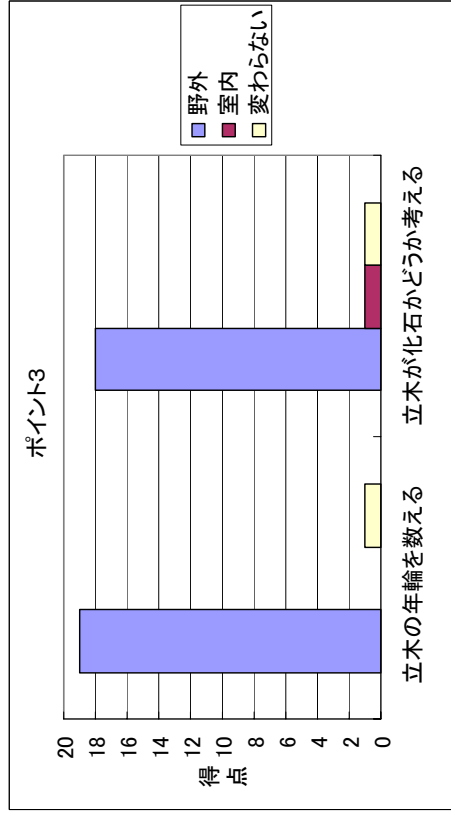
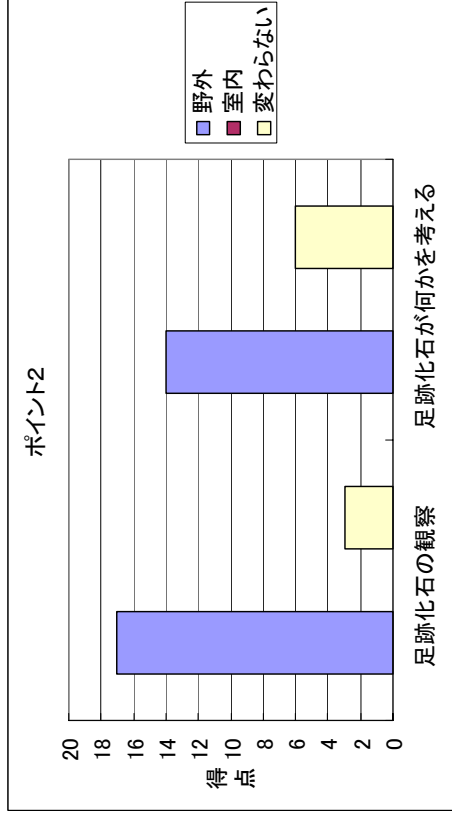
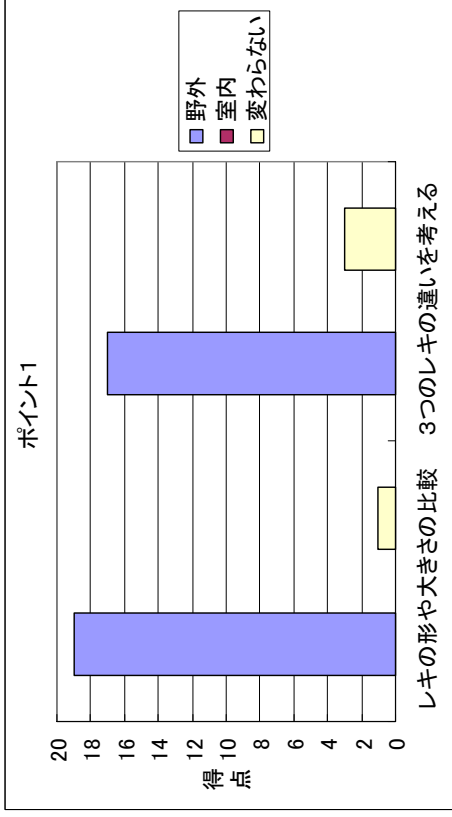


図 12 意識調査結果

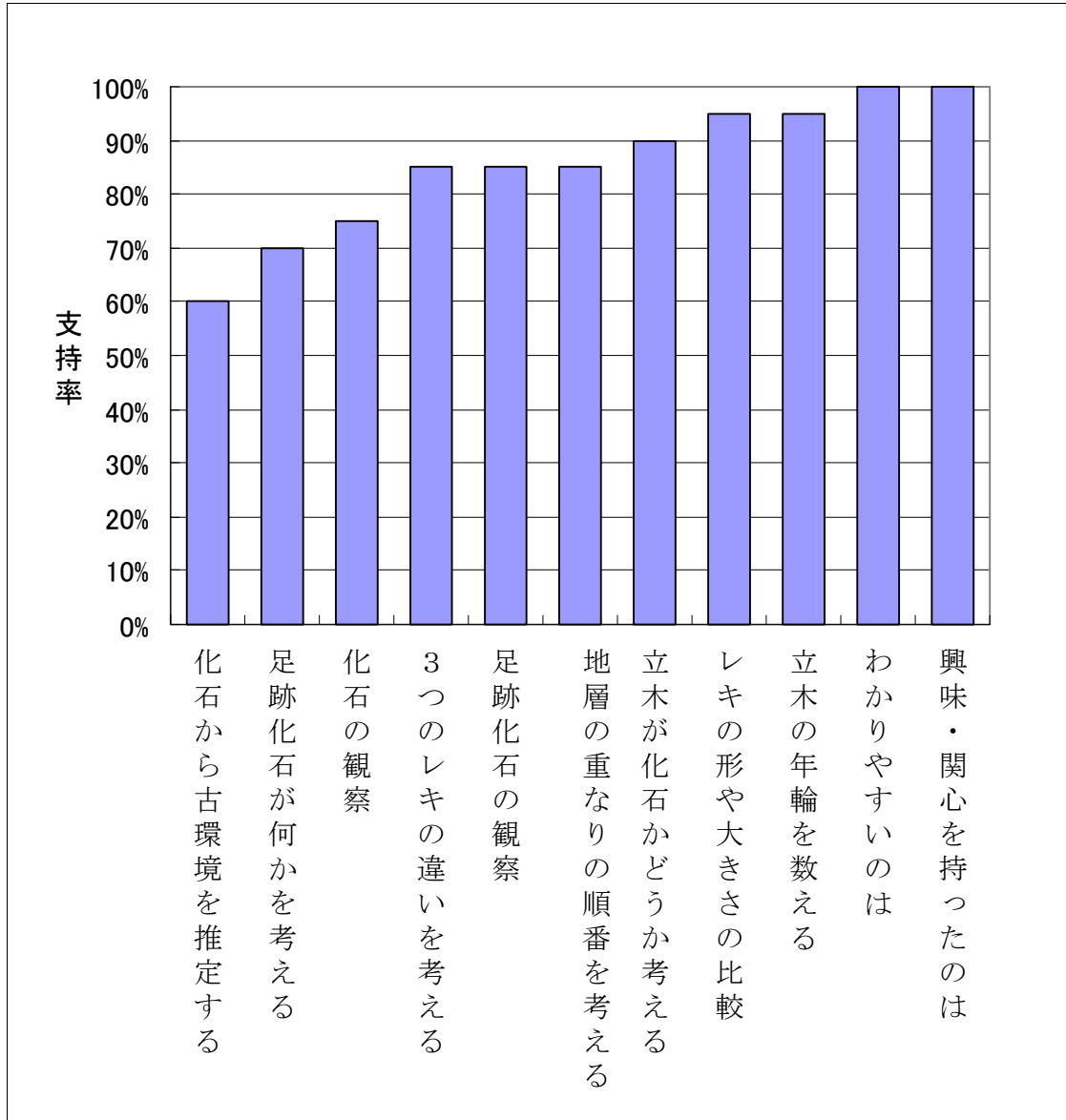


図 13 野外学習と室内学習の両方を経験した児童の野外支持率

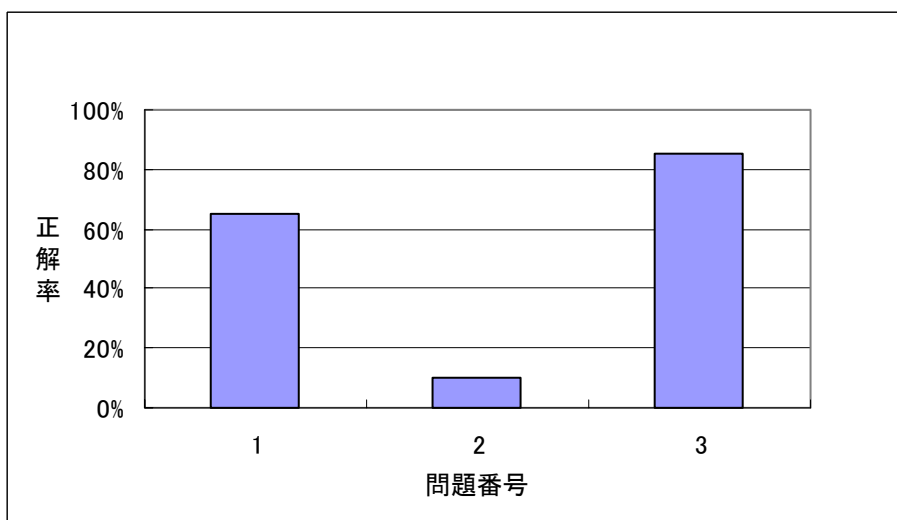


図 14 野外学習に行った児童のプレテスト結果

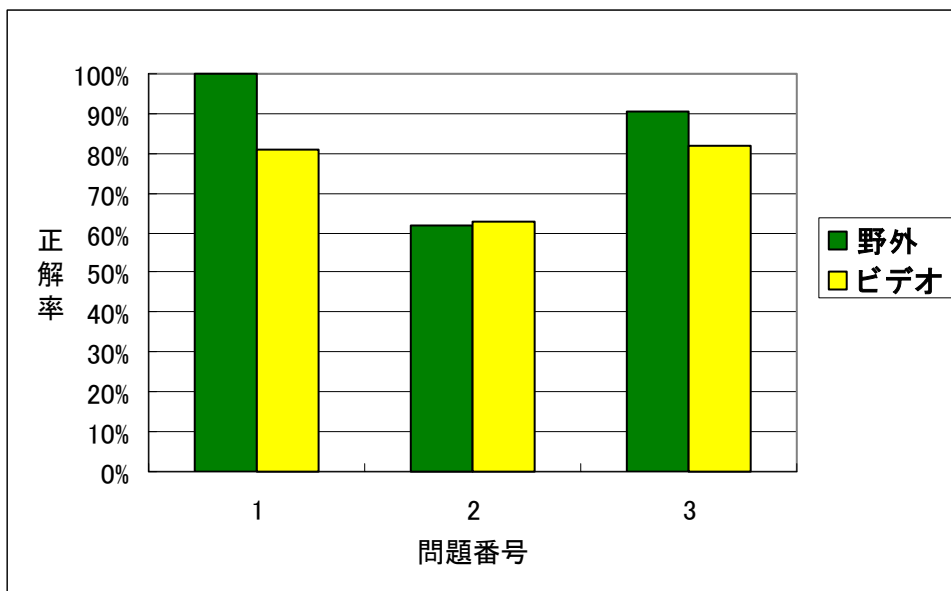


図 15 ポストテスト結果

表1 多摩川中流域とその支流に分布する上総層群の層序区分



(松川ほか, 2002 を引用)

上 総 層 群	飯室層	
	(稻城層)	
	連光寺層	
	小山田層	
	平山層	
	飯能層	加住部層
		矢嵐部層

表2 授業の流れ

		教師の指導・発問■	児童の活動・発言	
			野外	ビデオ
導入		<p>・北浅川の概要の説明。 北浅川の河原では、200万年前の地層が見られる。</p>		
展開	ポイント1	<p>■ 3つの礫の違いは何を意味しているだろう。</p> <p>・まとめる。 Aは色が黄色く、地層もかたい。Aは200万年前の地層。 Bはビニールができた時代なので、何十年前くらいの最近の川が積もらせてできた地層。 Cは、川に落ちている礫。まだ地層になっていないので、一番新しい。</p>	<p>・大きさを測り、形、地層の様子などを観察。</p>  <p>「川に近い石ほど削られるから丸い。」 「小さい礫ほど、よく流されて削られたということだから、下流の石ということかな。」 「Aは下にあって、Bは上にあるので年代が違う。」 「Aは200万年前の地層。」</p>	<p>・それぞれの礫の大きさを測り、形を観察する。</p>  <p>「形、大きさと色が違う。」 「場所が違う。」 「年代が違う。」 「Aが一番古い。」 「Bが一番新しい。」 「地層になっているから。」 「Bにはビニールが入っていて、ビニールは最近のもの。」 「Cが一番新しい。」</p>

<p>ポイント 2</p>	<p>■ 不思議な2つの穴は何だろう。</p> <p>・まとめる。 足跡も化石になる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 穴の長さ、深さを測り、観察。 周りの様子も観察。  <p>「足跡かな。でも足跡だとしたら、歩幅が小さい気がする。」</p> <p>「川の流れて流されてきた石の穴。」</p> <p>「必ず穴の隣に同じ大きさの穴があるから、足跡だと思う。」</p> <p>「大きな足跡と、小さい足跡があるから、親子かな。」</p>	<ul style="list-style-type: none"> 穴の大きさを測り、写真を観察。  <p>「シカの足跡。」</p> <p>「小動物の足跡。」</p> <p>「ゾウの足跡。」</p>
<p>ポイント 3</p>	<p>■ 立木は化石か、化石でないか。その理由はなにか。</p>  <p>・まとめる。</p> <p>年輪の数ではない。200万年前に150年程生きていて、死んだということなので、樹齢は関係ない。化石といえる証拠は、地層の中にうまっているかどうかで、かたいか、壊れているかなどは関係ない。</p>	<ul style="list-style-type: none"> さわったり、観察したりして、調べる。  <p>「年輪が120年で、化石は1万年くらい前だから、化石ではない。」</p> <p>「この木は、死んでいると思う。乾燥しているし、ポロポロしている。化石である。」</p> <p>「炭みたいになっているから、火事か何かがあって、死んだんだと思う。」</p>	<ul style="list-style-type: none"> 年輪の数を、写真を見て測り、樹齢を調べる。 立木化石の破片を観察。  <p>「化石である。」</p> <p>「年輪が150年だから、化石ではない。」</p> <p>「生きていた期間が150年なのであり、もっと前に死んでいたら化石である。」</p>

<p>ポ イ ン ト 4</p>	<p>■ 植物化石を含むこの地層は、礫か、砂か、泥か。</p> <p>泥と、砂。両方正解。</p> <p>■ 化石から、どんなことがいえるか。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・まとめる。 <p>化石を調べることにより、昔の様子がわかる。</p> <p>また、メタセコイアは 200 万年前に生きていた木といわれているので、これが出てきたことによりこの地層は 200 万年前の地層だ、という年代までわかってしまう。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・化石採集をする。  <ul style="list-style-type: none"> ・手ざわりから、礫か、砂か、泥か調べる。 <p>「粒が、小さいから、砂だと思う。」</p> <p>「砂。」</p> <ul style="list-style-type: none"> ・産出化石より、古環境を探る。 <p>「森。」</p> <p>「林，森」</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・手ざわりから、礫か、砂か、泥か調べる。  <p>「砂。」</p> <p>「泥。」</p> <ul style="list-style-type: none"> ・産出化石より、古環境を探る。 <p>「メタセコイアの実がたくさん落ちているので、立木は、メタセコイアの木ではないか。」</p> <p>「実が壊されていなかったもので、低いところから落ちたのではないか。」</p> <p>「年代がわかる。」</p>
----------------------------------	---	--	--






<p>ポイント 5</p>	<p>■ 礫の層, 立木を含む層, コハクを含む地層はどのような順番で重なっているか.</p> <p>■ 下流だと下の層なのかな.</p> <p>■ 周りの地層をみてみよう.</p> <p>・まとめる. 地層は下流に傾いているので, 下流に行くほど上の地層が出てくる. だから, 一番下が礫の層で, 一番上がコハクの層である.</p>	<p>・ コハク採集する.</p>  <p>「礫の層が一番上で, コハクが一番下.」</p> <p>「そうかな.」</p>	<p>・ コハク採集する</p>  <p>・ 地層の重なりを考える.</p>
<p>まとめ</p>	<p>■ 200 万年前のようすを絵に表してみよう.</p> 	<p>・ ワークシートにまとめる.</p> 	<p>・ ワークシートにまとめる.</p> 

表3 野外実習とビデオを用いた教室での授業との両方を体験した児童 20 名のアンケート結果

質問項目 (数字は支持人数)	回答結果			野外学習		室内学習	変わらない
	本物でなければできないこと	ビデオでは見られない 周りの様子	教室批判				
ポイント1 ①レキの大きさや形を 比べる場合 野外:19 ビデオ:0 変わらない:1	<ul style="list-style-type: none"> さわったり、持ったりできる。 そのままの状態で見られる。 細かく見ることができる。 (角ばり・大きさ・形) 	<ul style="list-style-type: none"> 川の流れ方を見たり、地層を比較したりできる。 	<ul style="list-style-type: none"> 大きさ・形がわかりにくい。 	<ul style="list-style-type: none"> 大きさ、川でも教室でも変わらないから、どこで測っても同じ。 			
ポイント1 ②3つのレキの違いを 考える場合 野外:17 ビデオ:0 変わらない:3	<ul style="list-style-type: none"> レキの大きさを見ながら考えられる。 地層に入っている状態のレキが見られる。 地層の重なり具合がよくわかる。 	<ul style="list-style-type: none"> 地層がどこまで続いているのかわかる。 	<ul style="list-style-type: none"> レキ A の小ささや丸さがパソコンでは見えにくい。 重さが調べられない。 地層に入った状態でないのでわかりにくい。 	<ul style="list-style-type: none"> 特徴さえつかめればよい。 			
ポイント2 ①2つの穴を観察する 場合 野外:17 ビデオ:0 変わらない:3	<ul style="list-style-type: none"> 大きさや深さがよくわかる。 細かいところまで観察できる。 さわれる。 	<ul style="list-style-type: none"> 周りの地形から比べやすい。 	<ul style="list-style-type: none"> 写真だと、爪あとなど細かいところまでわかりにくい。 	<ul style="list-style-type: none"> 穴を比べるだけだから。 			
ポイント2 ②2つの穴がそれぞれ なんの穴か考える場合 野外:14 ビデオ:0 変わらない:6	<ul style="list-style-type: none"> 大きさがわかりやすい。 穴と穴の間隔を比べやすい。 たくさんあることがわかる。 	<ul style="list-style-type: none"> 写真やビデオ以外の穴を見つけることができる。 	<ul style="list-style-type: none"> 写真だと小さいという特徴しかつかめず、二本セットのことや、爪あとがわかりにくい。 	<ul style="list-style-type: none"> 考えるのはどこでもできる。 どちらでも何の足跡かはわかる。 			

<p>ポイント3</p> <p>①なぞの木の年輪など観察する場合 野外:19 ビデオ:0 変わらない:1</p>	<p>• ばらばらではなく、まとまっていたほうがよくわかる。 • 数えやすい。 • さわれる。 • 自分の目でその場所で見ただけのほうがわかりやすい。 • ゆっくりできる。 • 本物を見ながら考えられる。 • さわれる。 (湿り気や硬さで判断できる。) • 測れる。 • どのように生えているかわかる。 • 自分の手で確かめられる。</p>	<p>• 周りの地層が見られる。 • 木の近くに木片などが堆積していることからわかったから。 • 周りの土を掘ることができ、地層に木が埋まっていることがわかったから。 • 周囲や、切り株全体を観察できさるから。 • 木の周りにも証拠があるかもしれないから。</p>	<p>• 写真だと細かいたとこが見えない。</p>	<p>• 教えればわかること。</p>
<p>②なぞの木が化石かどうか考える場合 野外:18 ビデオ:1 変わらない:1</p>	<p>• 自分で掘って、採ることができる。 • どのように埋まっているかわかる。 • どの化石がどのくらいあるかわかる。 • 化石の、形・色がわかりやすい。 • さわったり、長さを測ったり、スケッチをしたりして観察しやすい。 • 化石を見ながら考えられるから。 • たくさん化石が取れたから。 • どんな化石があるかわかる。 • 実際にさわったり、見たりして、その場にいるといるいろいろなことが頭に浮かぶ。 • 出てきた場所によって何の実かわかるから。 • 細かく見られる。</p>	<p>• 取れない化石の標本を見られる。</p>	<p>• 考える場合は教室のほうに落ち着く。 • クリーニングができるから。</p>	<p>• 教室で教えてもらえるから。 • 木が地層の中に入っているだけで化石だとわかるから。</p>
<p>ポイント4</p> <p>①地層に含まれている化石を観察する場合 野外:15 ビデオ:3 変わらない:2</p>	<p>• 周りの地層が見られる。 • 周りを見て推定できる。 • そこら中に、同じような木がある。</p>	<p>• 考えられる。 • 教室のほうに、少し少ないだけである。 • 変わらない。</p>	<p>• 考えられる。 • 教室のほうに落ち着く。 • クリーニングができるから。</p>	<p>• 実や、葉が多かったことさえわかればよい。 • どちらでも化石が見つかった。 • 考えるのはどこでもできる。 • 写真も必要ない。 • 同じくらいよくわかった。</p>

<p>ポイント5</p>	<p>地層の重なっている順番を考える場合 野外:17 ビデオ:0 変わらない:3</p>	<ul style="list-style-type: none"> 地層の重なり、色、形がはっきりしている。 実際の地形や風景をみて考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> 上流の地層と下流の地層をみて比べられるから。 	<ul style="list-style-type: none"> 全体を見渡すことができ ない。 実際に見るのと絵や写真は違う。 	<ul style="list-style-type: none"> 同じくらいよくわかった。
<p>まとめ</p>	<p>①全体を通してどちらがわかりやすかったか 野外:20 ビデオ:0 変わらない:0</p>	<ul style="list-style-type: none"> 本物を観察できる。 自分で調べられる。 (化石採取・レキ、足跡の大きさなど) 細かく応用的なことまで、教えてくれる。 個人的に教えてくれる。 自分の五感を使って体験できた。 (さわられる・見られるなど) 自分の目で実際に確かめられる。 本物のほうがわかりやすい。 その場で見て聞いて考えてすることができる。 	<ul style="list-style-type: none"> どこにあったかわかる。 大学生が説明してくれる。 周りを観察することによって、いろいろなことがわかりやすくなるから。 周りの環境・化石・地層がよくわかり比べられる。 地形を見られる。 	<ul style="list-style-type: none"> 実際に見ると、ビデオとでは見え方が違う。 	
<p>②全体を通してどちらが興味・関心をもったか 野外:20 ビデオ:0 変わらない:0</p>	<ul style="list-style-type: none"> 実際に発掘(採取)・観察したほうが理解できる。 自分でできる。 疑問に思ったことをその場でできるから。 本物だといういろいろなことができる。 地層を掘って化石を実際に見るのは楽しい。 さわった感覚や細かい部分が見られ、根っこや細かい化石がわかる。 採集できる。 本物を見られる。 実際にはかれる。 	<ul style="list-style-type: none"> どのような環境にあるかわかる。 歩く苦勞はするが、それがまた楽しい。 また行ってみたい。 周りの環境と、昔の環境を比べてみているいろいろわかったから。 弁当も食べられるし、地層も見られる。 大変楽しく、大学生もすごく優しく、コハクも自分で取れて楽しく、足跡も見られてよかった。レキのこともよくなりました。 	<ul style="list-style-type: none"> 写真や映像だと決められたところまでしかわからな いが、野外だと自分で調べたりすることで、調べる意識が無 限に増えるから。 教室だと眺めているだけである。 		

表4 課題解決の思考過程(評価記録より)

「 」観察児童の発言 課題解決に向けての思考 ()他児童の発言

課題	思考過程					
	野外児童 A	野外児童 B	室内児童 K①	室内児童 K②	室内児童 O①	室内児童 O②
① 3つのレキの違いの意味を考える	レキ A を手にとってみる。 特徴などを観察。 A 層をけずって観察。 B 層をけずって観察。 レキ A とレキ B を見比べる。 「C の石の形はいろいろあるけど、B と A は同じ。」 「同じくらいの時代にできた。」 「逆断層だ。」	レキのサイズを測定。 スケッチ。 「そんなに角ばってないや。」 話し合いする。 (課題どうなった?) (丸いのと、角ばっているの。) 「違い言ってるだけじゃん。」 (場所が違うんだ。) 「それ、いいね。」	レキ A をさわリスケッチ。 スケールを測る。 取り出してよく観察。 写真をしきりにみてスケッチ。	レキ A を手にとり見る。 (レキ A の平均はこのくらいかな?) 「そんな感じでしょ。」 (レキ C はつるつるして丸っこいにしよ。) 「それいいね。」 班の人の意見を参考に、プリントに記入。 写真とレキ A を見比べる。 レキ A を割り始める。	パソコンいじる。 レキ A さわる。 「平均の大きさは?」 「平面が多い。」 レキ B を観察。 写真を見る。 「よくわからないな。」 「カウカクしてる?」 レキ C を観察。	「これ何やってるの?」 スケッチを始める。 「レキって何?」 「レキ C 見せてよ。」
ブレ		わかるような、わからな いような...	わからない。		わからない。 まだやっていないの でわかりません。	
途中	C はでつかいのと小さいのが、B はばらばら、A は小さい	だいたいわかった。	大きさは B が一番小さい? C になると角ばる。	問題の意味はわかる。	A、B、C の順番に大きくなり、角ばってきている。	わかかんない。
ポスト	B、C は流されてきて今はそこにあるだけ。	解説を聞きメモをする。	B にビニールがあり、それがなぞを解く。C は地層になっていない。			わかった。

② 足跡化石を見て何の穴かを考える	足跡の長さを計測し、足の面積を求める。 スケッチ。 (足跡としたら、歩幅が小さすぎない?) 「少し小さいゾウじゃない?」 「A, B の穴は両方とも水で削られ、形の違いは流れの違いだ。絶対そうだよ。」	スケッチする。 「原始人の足跡だ。」 スケッチをする。 (類人猿。) 「それはないだろ。」 (ゾウだよ。) 「A, B の穴は両方とも水で削られ、形の違いは流れの違いだ。絶対そうだよ。」	写真を見ながらひたすらスケッチ。 自分のスケッチを見ながら、「シカにしてはつづぶが多いんだよな。」	ビデオクリップをみてスケッチ。 (どう見てもこれシカの足跡じゃん。) 「そうだよ。」 「B はだいたい20cm。」	写真、パソコンをみて考える。 「A はウサギの足跡かな。」 「B のほうが大きい。う。恐竜? くま?」 「ゾウの足跡? ゾウは重たいからね。」 スケールをよく見る。 「A はわからないよ。」	友達のプロントをうつす。
ブレ	森にちなんだ何か。	う〜ん。	足跡かなにか。	考えてない	200 万年前のマンモスの足跡?	わかりません。
途中			大型の動物とかかな?	考えてない	A は重い小動物, B はゾウ?	考えてない。
ポスト		ゾウの足跡ときいて驚く。	わかったよ。	動物だな。B は大きい。	A はシカなんだね。B は合ってた。	考えてない。

<p>③なぜその木が化石であるか考える</p>	<p>年輪を見て、さわる。 年輪の数を数える。 「これ、くさってない？」 「川があるからしめっているんだ。」 「化石の条件があるっていつてるよ。」 「外側に行くにつれて幅が大きくなって。」 定規を当てながら計測。 「17だった。」 「これが半径だよ。」 「周りの地層と色が違うから化石じゃない。」 「色が変わっている部分も昔は木だった。」</p>	<p>立木化石から木片をと り、よくさわる。 立木の直径を測定する。 樹齢が120年であることを知る。 「200 万年前には生きていなかったから、化石じゃない。」</p>	<p>ひたすら写真をみて 考える。 「150年間生きていたから化石でない。」 「でも、地層からでてきたから 200 万年前？」 「化石か？」 周囲の意見で化石と した。</p>	<p>木の化石にさわる。 (化石じゃないでしょ。 だって地層の中に埋ま っていいない。 あつ、地面においてある わけじゃないじゃん。)</p>	<p>年輪の数を数え書き 込む。 パソコンで調べる。 「指が1cmだから、1 cm内に4本くらい、1 50年くらい前？」 「200万年前より前を 化石というから、化石 ではない。」</p>	<p>木の化石をさわる。 友達のプリントをうつ す。</p>
<p>プレ</p>	<p>化石だと思う。</p>	<p>なんとなく化石じゃなさ そう。</p>	<p>地層から出たから化石。 化石だな。</p>	<p>化石じゃないでしょ。 考えてない。</p>	<p>焼けた木？ 乾いた 木？ 150年前だから化石 といわない。</p>	<p>中間なんじゃないの。 色からなんとなく化石。 石。</p>
<p>途中</p>	<p>化石だよ。木のまわりの地 層だけ色が違う。</p>	<p>化石じゃない。簡単に 壊れるし、草も生えて いる。</p>	<p>すぐわかった。</p>	<p>化石でしょ。年輪があ るから。</p>	<p>なるほど。</p>	<p>よく聞き取れなかつ た。</p>
<p>ポスト</p>	<p>地層の中に木が入って いたから化石。納得できた。</p>	<p>え～化石なの？ 説明を聞き、なるほど と納得。</p>				

<p>④ 見つけた化石からどんなことがわかるか考える</p>	<p>手ざわりから、レキか砂か泥か考える。 「レキじゃないよ。石が入ってないから。砂だよ。」 他の児童に地層をはがしたものを見せて、「砂だからボロボロになるよ。」</p>	<p>ハンママーで積極的に掘る。 木片化石を見つける。</p>	<p>標本を見ながらスケッチ。 さわる。「ざらざら」 スケールは測る。 スケッチ。 「昔は森林だった。」</p>	<p>サンプルの化石にさわる。 発表を聞いて課題の答えを記入。 「実が落ちたのかな。」 「砂と泥？」</p>	<p>メタセコイアのスケッチ。 手に取りよく観察し丁寧にスケッチ。 「実が落ちたのかな。」 「砂と泥？」</p>	<p>スケッチをする。 友達のプリントをうつす。</p>
<p>プレ</p>		<p>う〜ん。</p>	<p>林にあったメタセコイアから実が落ちて化石となった。 実が落ちていたから木がたくさんあった。</p>	<p>考えていない。 考えていない。</p>	<p>きのこの化石？ メタセコイアの実があるって、落ちた。なんだろう？ 合ってた。</p>	<p>考えていない。 考えていない。 プリントをうつす。</p>
<p>途中</p>	<p>ばらばらになるから砂。レキだったら2mm以上あるはず。</p>		<p>非常にうまくいった。</p>	<p>森が広がっていて、小川が流れている。木の実はどもなっていて、それらをゾウが食べていた。</p>		
<p>ポスト</p>		<p>解説をしっかりと聞けた。</p>		<p>森林だった。</p>		

⑤ 地層の重なりを考える	<p>「新しい層のほうがやわらかいの？」</p> <p>「ポイント5が一番やわらかいから、③だと思う。」</p> <p>(上流のポイント1は石が大きくて、ポイント5は粒が小さいから①だと思う。)</p>	<p>コハクを探すのに夢中になる。</p> <p>ワークシートに古環境のイラストを想像して描く。</p> <p>「Aの方が上流だから①だ。」</p>	<p>コハク探し。 地層の上下関係に悩む。</p>	<p>「ぜってーおれコハク探してやるよ!!」</p> <p>コハク探しに夢中で考えていない。</p>	<p>手にとってコハクを観察。 えんぴつでコハクを削り取る。</p>	<p>コハク探しに熱中。 「課題5ってどういう意味？」 友達のプリントをうつす。</p>
プレ		<p>Aのほう为上流だから、①。</p>	<p>コハクだから、メタセコイがやっぱりある。</p>	<p>わからない。</p>	<p>コハクは松脂の化石。近くに松があった？ 樹液に包まれて動けなくなってる落ちた。</p>	
途中	<p>新しい層のほうがやわらかい。ポイント1が一番硬かったから③。</p>					
ポスト		<p>地層が傾いていることはなんとなくわかった。</p>	<p>楽しかった。</p>	<p>考えていない。</p>		

資料

1. ワークシート
2. プレテスト, ポストテスト
3. 課題解決のための行動・思考の観察記録
4. チェックリスト
5. 児童の意識調査用のシート

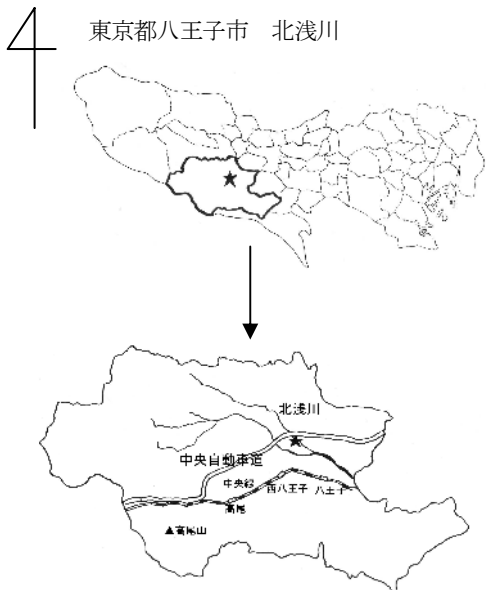
資料1 ワークシート

テーマ

200 万年前の東京を探ろう

～地層や化石の観察を通して～

年 組 番



今私たちが目にしている自然環境は、あたかも昔からそこに存在していたかのように思いがちですが、環境は今見ているものが全てではなく、実は多くの年月をかけて変化し続けているものなのです。

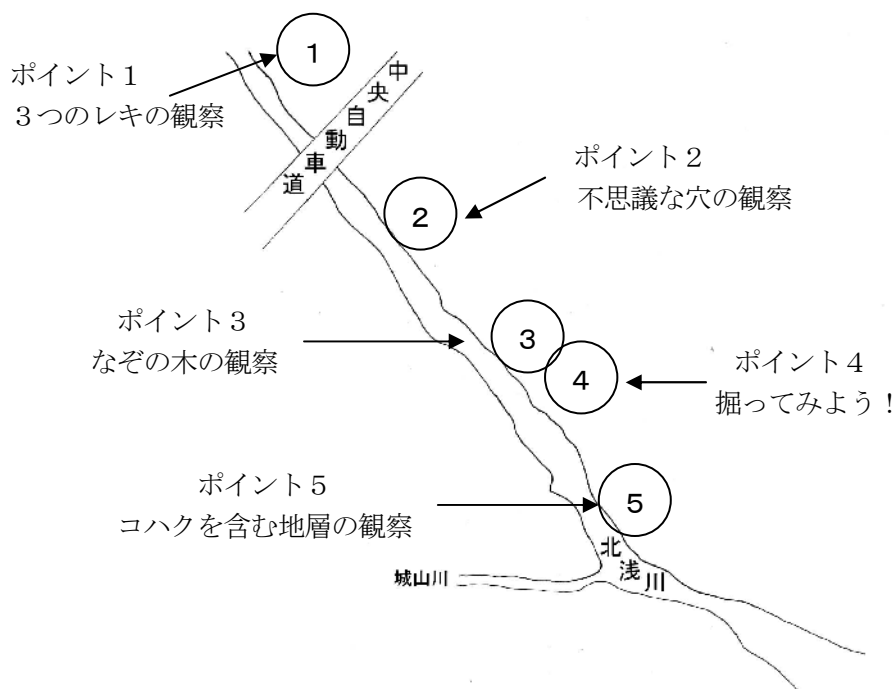
東京都八王子市の北浅川の河床からは、さまざまな化石がとれます。化石とは、過去の生物の遺体または遺跡が地層中に埋まり保存されたもので、化石を見ることでその時代の環境を探ることができます。化石は過去からのメッセージなのです。

化石や地層を見たり、さわったり、採ったりしながら、200万年前、北浅川はどんな環境だったのか探ってみましょう。

ポイントは5つあります。

5つのポイントを上流からまわります。

〈観察ポイント〉



ポイント1 レキの観察

★ 3つのレキを観察しよう。

ここで見られるA, B, Cの3つのレキには、大きな謎があります。さてどんな謎でしょうか？
スケッチしよう。



① レキはどんな形をしていますか。

A() B() C()

② レキの平均の大きさは、約どのくらいですか。

A() B() C()

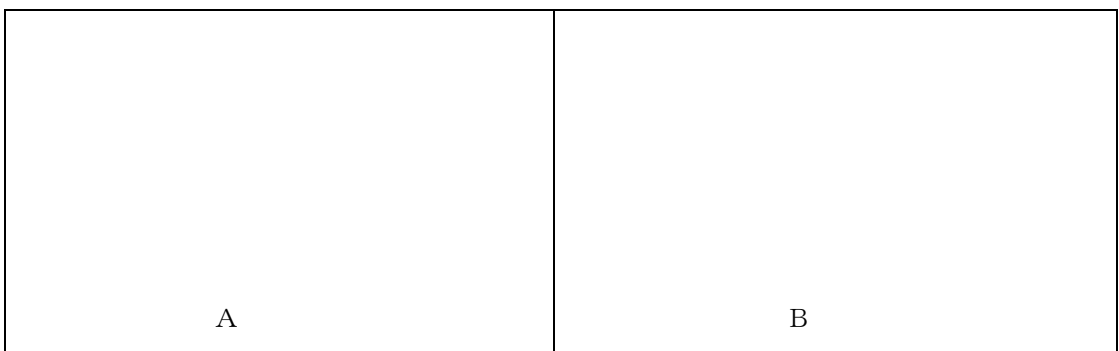
③ レキのまわりは角ばっていますか、丸まっていますか。

A () B() C()

課題① これら3つのレキの違いは、何を意味しているのだろうか？

ポイント2 不思議な穴

さて、この2つの穴は何でしょうか？形をよく見てスケッチしよう。



◎ 2つの穴について、調べてみましょう。

	一番長い部分の長さ (cm)	気がついたこと
A		
B		

課題② この2つの穴は何だと思えますか。

A

B

ポイント3 なぞの木

★この木はどんな木でしょう。

◎ この木について調べてみましょう。

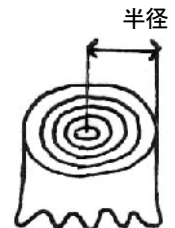
この木は何年間生きていた木でしょう。年輪を数えて調べてみましょう。

年輪は1年で1本できます。 をうめましょう。

1cmに年輪が 本ある。半径 cmの木では、

年輪が全部で 本。

つまり、約 年間生きていた！！



年輪の間隔が
平均的なところを測ろう。

課題③ この木は、化石ですか、化石ではないですか。
なぜそのように考えたのか、書きましょう。

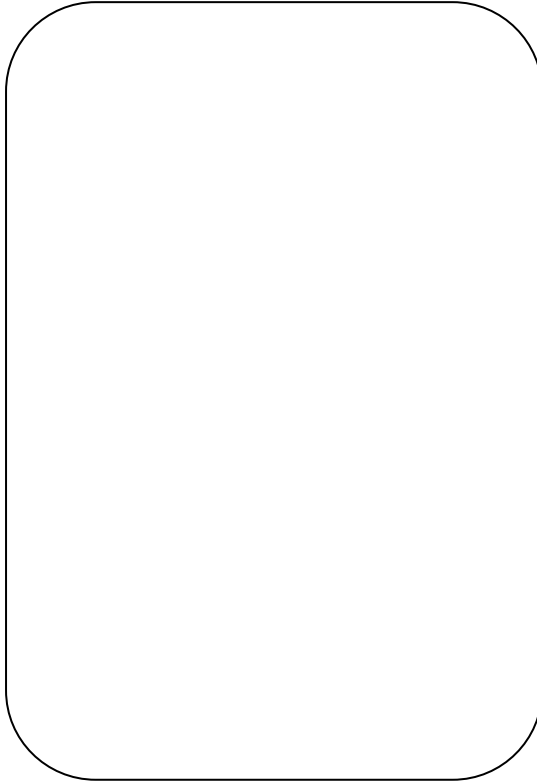
(化石・化石ではない)

ポイント4 掘ってみよう！！

化石は過去からのメッセージ☆さあ、どんなメッセージがうまっているのだろう。掘ってみよう！！

★見つかった化石は何かな？

スケッチしよう。

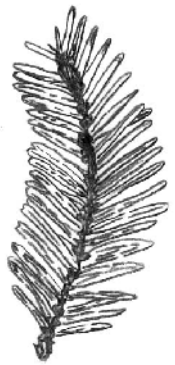


こんな化石が見つかるよ！！

メタセコイアの実



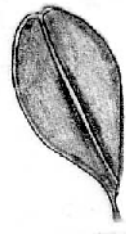
メタセコイアの葉



オオバタクルミ



ツゲの葉



エゴの木の種

★化石は、どんな地層に含まれているだろうか。

- ①さわってみよう。 手ざわりはどれだろう。（ ごつごつ ・ ざらざら ・ ぬるぬる ）
- ②れき、砂、泥、どれだろう。（ ）

課題④ 見つかった化石から、どんなことがわかるだろう。



ポイント5 コハクを含む地層の観察

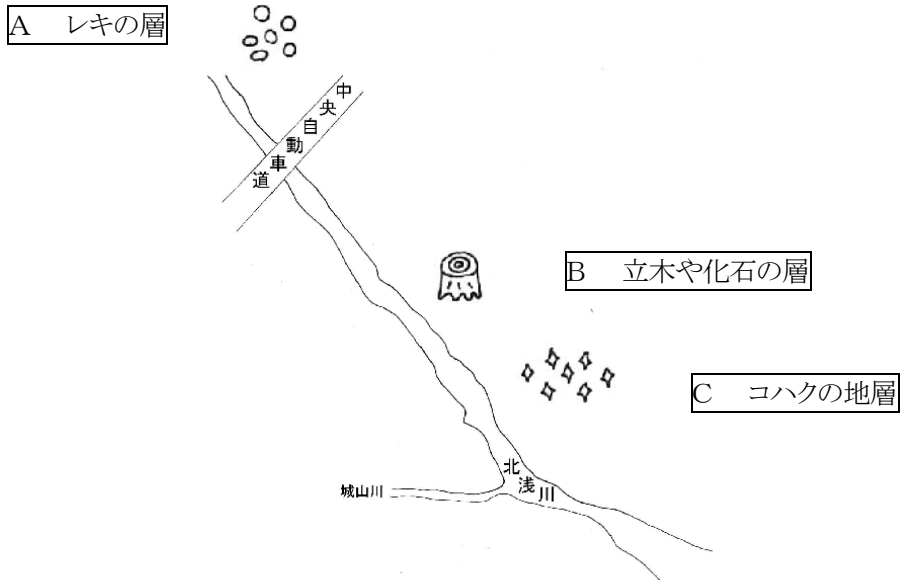
コハクとは・・・樹脂(樹木からにじみでる粘りけのある物質)の化石。アクセサリーなどに利用されている。昆虫の入ったものは、めずらしいので「虫入りコハク」として大切にされている。

★コハクは、どんな地層に含まれているだろうか。

- ①さわってみよう。 手ざわりはどれだろう。(ごつごつ ・ ざらざら ・ ぬるぬる)
 ②れき、砂、泥、どれだろう。()

※ 地層に含まれている白い粒は、火山が噴火したときにでてきて積もったもの。これがあると、この時代火山の噴火があったということがわかるんだ。

課題⑤ 今まで観察してきた、レキの層(A)、立木や化石を含む層(B)、コハクを含む層(C)はどのような順番で重なっていると思いますか。



①	②	③	④	⑤
A	B	C	A	B
B	C	B	C	A
C	A	A	B	C

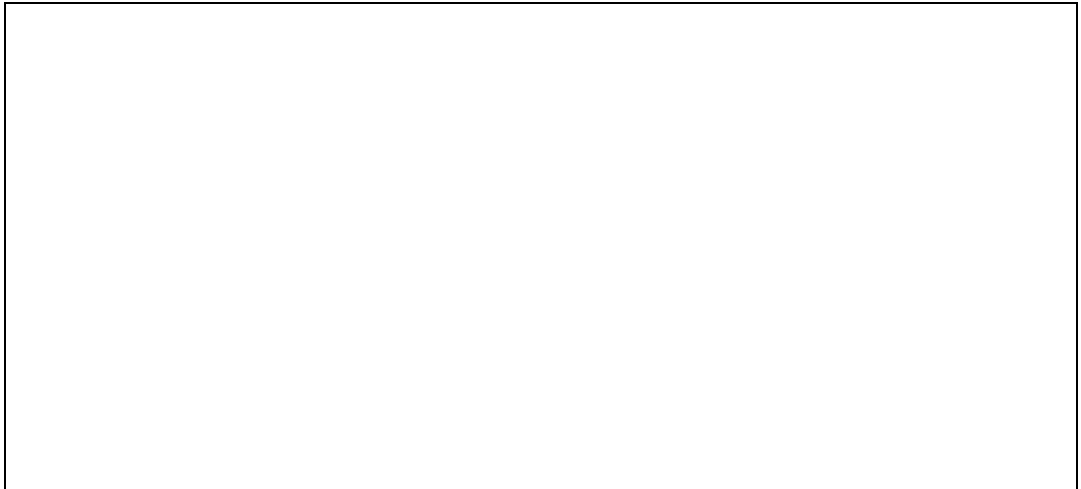
()

まとめ

★今まで見てきたものを手がかりに、200万年前の北浅川について考えてみよう。

- ① 何のはたらきによって、できた地層だろう。 ()
- ② どんな生物がいたのだろう。 ()
- ③ どんな場所だったのだろう。 ()
- ④ 季節はいつだろう。 ()

★200万年前の北浅川の様子を絵に表してみよう。



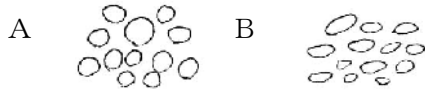
わかったこと・疑問に思ったこと・感じたこと・考えたこと

資料2 プレテスト, ポストテスト

年 組 番	
-------	--

問題① 下のような形の石があります。

A, B どちらが、海岸に多い石で、どちらが川原に多い石でしょう。



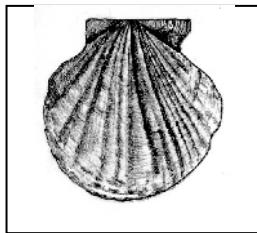
- ① Aが海岸で、Bが川原 ② AもBも海岸 ③ AもBも川原
 ④ Aが川原で、Bが海岸 ()

問題② 次のうち化石と思うものをすべて選びなさい。

- ① 縄文土器 ② マンモスのきば ③ 恐竜の足跡
 ④ アンモナイト ⑤ 貝塚の貝 ()

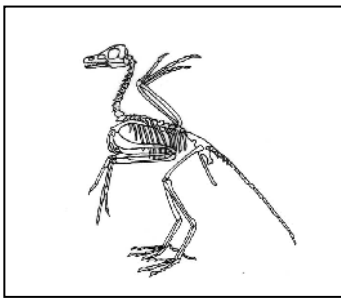
問題③ この貝は化石です。その証拠として言えることは、次のうちどれでしょう。

あてはまることをすべて選びなさい。

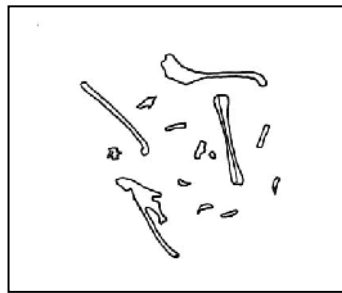


- ① とても固かった。
 ② 地層の中からでてきた。
 ③ 殻がこわれていた。
 ④ 色が変色していた。
 ()

問題④ 化石が下の絵のようにでてきました。なぜこのように違うのかあなたの考えを書きましょう。

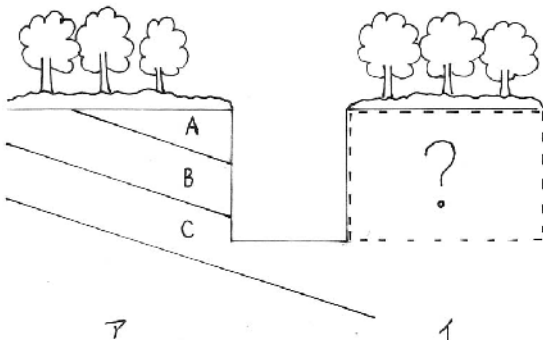


骨がまとまってでてきた



骨がばらばらにでてきた

問題⑤ イのがけには、どのような地層が見られるのでしょうか。①～⑤の番号で答えなさい。



- ① ② ③
- ④ ⑤ ()

資料3 課題解決のための行動・思考の観察記録

課題()

観察児童

観察者

経過時間	きめる	うごく	かかわる	つながる	かんがえる	児童	自由メモ	
	教育運営への関与、内容方法の選択、コミットメント	教育文脈での具体的活動	対等で自由な自己表現・情意面に焦点	全体的有機性の回復・主に実存面に焦点	知識の社会的構成			
0	さあ、考えようよ。 計ってみようよ。 発表者きめようよ。 これはこうだよ。	測る さわる ハンマーでたたく ワークシートに記入する	これは大きいぞ 面白いなあ さあ、やるぞ 面白いね	ねえ、どうなった ・(他人へ)わかった? ・その重量に賛成だ ・違うと思うよ	これはOOだと思う ・これはOOだよ。 ・うーんわかんないなあ ・これはこうだと思う	児童	A() B() C() D() E()	
2						行動メモ	自由メモ	
4								
6								
8								
10								
	ブレインタビュール							
	途中インタビュー							
	ポストインタビュー(発表後)							

資料4 チェックリスト

自分の力のできる・・・・・・・・・・○
 教師や友達の助言によってできる・・・△
 できない・・・・・・・・・・・・・×

ポイント		チェック欄					子どもの発言・つぶやき・話し合いの進め方など
		A	B	C	D	E	
1 課題① の解決	① レキが丸まっていることに気づくか。						
	②丸まっているのは、水の影響であることに気づくか。						
	③レキの形に注目しているか。						
	④レキの大きさに注目しているか。						
	⑤レキを含む地層の固さに注目しているか。						
	⑥積極的に話し合いに参加しているか。						
	⑦自分なりの答えを導き出せるか。						
2 課題② の解決	①穴のデータをとることができるか。						
	②地面が固いか、やわらかいかに着目しているか。						
	③1つの穴ではなく、ほかの穴にも着目しているか。						
	④自分の足と比較しているか。						
	⑤積極的に話し合いに参加しているか。						
	⑥自分なりの答えを導き出せるか。						
3 課題③ の解決	①年輪を数え、調べることができるか。						
	②地層中に埋まっていることに、着目しているか。						
	③地面が固いことに気づくか。						
	④積極的に話し合いに参加しているか。						
	⑤自分なりの答えを導き出せるか。						
4 課題④ の解決	①興味を持って化石採集に取り組んでいるか。						
	②見つけた化石が、何であるかわかるか。						
	③手ざわりから、泥の地層であると判別できるか。						
	④一番たくさん見つけた化石が何であるかということに着目しているか。						
	⑤化石から、古環境を推定できるか。						
	⑥積極的に話し合いに参加しているか。						
	⑦自分なりの答えを導き出せるか。						
5 課題⑤ の解決	①手ざわりから、泥の地層であると判別できるか。						
	②その場のみで考えず、自分から動き確かめようとしているか。						
	③地層の重なり方に着目しているか。						
	④地層の広がりを意識しているか。						
	⑤地層が下流側に傾いていることに気がつくか。						
	⑥積極的に話し合いに参加しているか。						
	⑦自分なりの答えを導き出せるか。						

気がついたことなど

- ※ 課題解決の場面では、子どもがどのような視点に立って話し合いを進めているかを注目してください。
- ※ 5人全員見られない場合は、1人を中心に見ていただき、その子との関わりの中で他の子も見るという形式をお願いします。

資料5 児童の意識調査用シート

地層と化石の観察会に行った人用レポート

組

番

氏名

地層と化石の見学会に行った人は、このレポートをやってください。

実際に野外で観察する場合と、このように写真やビデオ、教室に標本を持ち込んで授業を行う場合とでは、どちらがわかりやすかったですか。あるいは、かわらないと思いますか。また、どういう点でわかりやすかったのか、その理由も書いて下さい。

ポイント1

レキの形や大きさを比べる場合

わかりやすかった方 (○で囲んで下さい) 野外・教室・どちらもかわらない
その理由

3つのレキの違いを考える場合

わかりやすかった方 (○で囲んで下さい) 野外・教室・どちらもかわらない
その理由

ポイント2

2つの穴を観察する場合

わかりやすかった方 (○で囲んで下さい) 野外・教室・どちらもかわらない
その理由

2つ穴がそれぞれ何の穴かを考える場合

わかりやすかった方 (○で囲んで下さい) 野外・教室・どちらもかわらない
その理由

ポイント3

なぞの木の年輪など、観察する場合

わかりやすかった方 (○で囲んで下さい) 野外・教室・どちらもかわらない
その理由

なぞの木が化石かどうかを考える場合

わかりやすかった方 (○で囲んで下さい) 野外・教室・どちらもかわらない
その理由

ポイント4

地層に含まれている化石を観察する場合

わかりやすかった方 (○で囲んで下さい) 野外・教室・どちらもかわらない
その理由

見つかった化石からどんなことが言えるかを考える場合

わかりやすかった方 (○で囲んで下さい) 野外・教室・どちらもかわらない
その理由

ポイント5

地層の重なっている順番を考える場合

わかりやすかった方 (○で囲んで下さい) 野外・教室・どちらもかわらない
その理由

まとめ 全体を通して、どちらがわかりやすかったですか。

わかりやすかった方 (○で囲んで下さい) 野外・教室・どちらもかわらない
その理由

まとめ 全体を通して、どちらが興味・関心を持ちましたか。

わかりやすかった方 (○で囲んで下さい) 野外・教室・どちらもかわらない
その理由

ハチオウジゾウ発掘の記録

相場博明¹

1：慶應義塾幼稚舎

はじめに

ここでは、ハチオウジゾウの第一発見者である筆者がハチオウジゾウの発見の経緯とその後の発掘、研究、レプリカ作成などについての詳細な記録を時系列を追って残すことを目的とする。この記録が今後の大型動物化石の発見、発掘の際の一つの参考になれば幸いである。

(1) 発見の日 2001年12月9日 (日)

2001年12月9日に、私と同僚である馬場勝良先生（慶應義塾幼稚舎）、研究会での仲間である青野宏美先生（東京成徳学園高校）と3名で、東京都八王子市横川町の北浅川のメタセコイア化石林の調査を行った。調査の主な目的は長鼻類の足跡の確認をすることにあつた。一昨年日野市多摩川からすでに長鼻類の足跡化石を発見している馬場先生が、北浅川からも長鼻類の足跡化石が見つかったらしいという情報を知り合いから聞いたことがきっかけであつた。

朝、相場の車で3人で現地に向かつた。相場はかつてこの場所の近くの八王子市の公立中学校（元八王子中学校）に勤務しており、その時は生徒を連れて何度も訪れていた場所である。しかし、今回は数年ぶりの久しぶりの訪問であつた。

馬場先生と青野先生は、長鼻類の足跡がないかどうかを確認するために先に歩いて行つたが、相場は、植物や昆虫の化石がないかどうかを確認しながらゆっくりと歩いていった。そして、地層中にチャートのレキのようなものが埋まっているのを見つけ、無意識にハンマーでたたいた。たたいた時に、固い音がしてそのレキのようなものが割れた。その割れた断面をみると組織のような模様が見え、瞬間的にこれはチャートでなく、何かの化石であると思つた。そして、そのチャートのようなレキのすぐ10cmほど近くに、屋根のような形のエナメル質の歯の断面が埋まっているのに気づいた。このような大きなエナメル質の固まりは象の臼歯に違いないと思つた。そこで、先に歩いて行つた馬場先生を大声で呼んだ。そして、馬場先生を待っている間に、さらに周りを見渡した。すると、すぐ近くに何やら地層が牙のような形で盛り上がっていることに気づいた。そしてその一部は茶色の表面が見えており、これは大きな牙ではないかと思つた。さらに水中にも同じような牙と思える茶色の部分があり、その延長を考えると、もう1本の牙がその下に埋没している可能性があることがわかつた。

馬場先生、青野先生が到着した。馬場先生はこれは間違いなく象の化石だと感動の声をあげた。馬場先生は長年化石の研究を続けている職場の先輩であり、象の化石を見つけることが一つの夢でもあつたそうである。2個の臼歯と牙2本がここに眠っているということは、一頭分の全身骨格がこの場所にある可能性がある。これはとんでもない大発見をしてしまったと思つた。発見はまったくの偶然であり、その年の秋の台風による増水で、たまたま地層の表面に現れたものが、12月までに発見されなかつたことになる。そして冬の渇水期である今、私の手によって発見されたということであつた。

発見の瞬間はどんな気持ちであつたかと後から何度も聞かれたが、とにかく感動や喜びよりも、

どうやってこの化石を発掘したらいいのだろうか。発掘にはどれだけの費用や人手がかかるのだろうかといったことが頭によぎってきた。

その後、東京学芸大学の松川正樹先生に連絡をとり、臼歯だけは採集しておく方が良いと言われたので、3人で採集することにした。ハンマーは3人とも持っていたが、けっこう地層が固く、臼歯を壊さないように周りから大きなブロックで取り出す必要があった。そこで、急遽、相場がタガネを買いに行き、それを使って、約1時間かかり、臼歯の入っているブロックを掘り出した。牙はその場での発掘は無理なので、小石などをかぶせておいて人目にはわからないようにしておいた。



発見当日の北浅川

渇水期で水が少なかったために発見できた。



最初に発見した臼歯2個

右の臼歯は垂直に埋まっており、この臼歯をチャートと思ってハンマーでたたいてしまった。



臼歯を掘り出す，相場と青野先生
けっこう地層は固く，タガネを打ち込むことでやっと掘り出すことができた。

(2) 発掘予備調査 12月24日 (月)

東京学芸大学の古生物学の専門家である松川先生に現場を見てもらうことにした。そして、我々3人に加えて、研究会の仲間である宮下治先生（東京都教育委員会指導主事），同僚である清水研助先生（慶應義塾幼稚舎）にも参加してもらい、6名で発掘の予備調査を行うことにした。

当初は可能ならば、この6人で牙を発掘してしまおうと思っていたが、現場を見て頂いた松川先生は、これはしっかり石膏で固めて本格的に掘り出さないと無理であるという指摘を受けた。そこで、今回は発掘は行わずに、改めてしっかりとした発掘計画を立てた上で発掘を行うことにした。

また、このとき、たまたま牙の近くで相場が3個目の臼歯を発見した。これも今回は採集しないことにした。3個目の臼歯は、層理面に垂直に入っていると推定されるものであり、これも大きなブロックとして採集しなければならない。牙との関係もあり、無理しないことにした。

その後左岸側の調査を行った。長鼻類の足跡化石を3カ所で確認できた。そのうち1カ所は大規模に調査したあとがあった。後でわかったことだが、都立大学のチームが足跡の調査を行ったようである。足跡はだいたいどれも直径が30cmくらいのものであり、アケボノゾウの足跡化石と同じくらい大きさであった。今まで何度も訪れていたが、足跡がこんなにあることにまったく気づかなかったわけである。

(3) 牙の発掘1日目 2002年1月13日 (日)

いよいよ牙を発掘する日が来た。当日は午前10時に集合した。参加者は筆者以外に以下の6名である。

松川正樹（東京学芸大学），馬場勝良（慶應義塾幼稚舎），千葉雄司（慶應義塾幼稚舎），小荒井千人（慶應義塾湘南藤沢中高），渡辺靖之（東京学芸大学学生），円尾博美（美術家）

円尾さんは、レプリカ作成の専門家でもあり、このような発掘に関しても詳しい知識を持ってい

る人である。松川先生がかつて、群馬県中里村で恐竜の足跡を発見したときにもレプリカ作りで活躍してもらった人とのこと。茨城県牛久市からわざわざ来ていただいたが、この円尾さんが今回の発掘に参加してもらったことが実に大きな戦力となった。

準備したものは、松川先生に教えてもらい、以下のものを用意した。

硬化剤（パラロイド2kg、アセトン6kg）、石膏25kg、麻布4m、つるはし、ハンマー、タガネ、小タガネ、千枚通し、ホウキ、チリトリ、大型のバール、鉄の棒8本（長さ80cmほどで先を尖らせたもの、特別に建築業者に頼んで作ってもらった）、クギ、ハケ、新聞紙、トラロープ10m、板丈夫なもの2枚、角材、バケツ4個、キッチンペーパー、凧糸、はさみ、軍手多数、胴長。

午前中より牙の周りにかけてタヌキ堀りをする。当初用意した大型の平タガネでは牙を傷める可能性があるために、急遽小型ハンマー、小型タガネ、千枚通しを購入した。これらは牙の近くの泥を取り除くのに有効である。また、化石がでる可能性のない部分は、つるはしでどんどん削っていた。つるはしの威力は大きかった。堀り進んでいくうちに、予想通りに、下にももう1本の牙が埋まっていることがわかり、それぞれほぼ完全に近い形で残されていることがわかった。2本の牙がほぼ完全という例は今までにないのではないかと。慎重に、できるだけ下の部分をえぐるように掘っていった。

昼食は近くのコンビニで買ったおにぎりである。昼食時間も惜しみながら発掘を続けた。午後、つるはしでまわりの泥を取り除いていたところ、大きな骨の塊が出てきた。おそらく大腿骨の一部ではないかと思えるような太い骨が現れた。臼歯が3本と2本の牙、それに大腿骨まででたということはおそらく死後、そう流されずにこの場で化石となったことが予想される。牙付近からは骨の破片はまったく出てこなく、歯の付近から多くの骨の破片が出てくることから、頭部と胴体部分は下流側に埋まっているのであろう。掘り出しにかなりの時間がかかったために、それ以上の作業は明日にまわすことにした。化石の上にかぶせるシートがないので、買いに行くことにした。ホームセンターがわからず結局秋川の方まで買いに行く。時間は4時を過ぎてきたところで、シートをかぶせ、まわりに小石を乗せて作業終了とした。また、石膏は25kgでは足りなくなりそうなのであと9kgを相場が吉祥寺ゆざわやで購入した。



発掘前の牙. よく見ると地層が牙の形に盛り上がっているのがわかる.



千枚通しで丁寧に発掘する千葉先生.



牙の全体が明らかになってきた. 牙は予想通り2本クロスに重なっていた.

(4) 牙の発掘 2日目 2002年1月14日 (月)

前日と同様に午前10時集合に集合した。参加者は前日と同じ7名であるが、途中で松川先生の奥様とお子様が見学に来てくれた。相場は8時30分に到着し、まわりの地質調査を行った。立木の本数、ルートマップ等を調べた。その後、9時40分程に馬場先生、千葉先生が到着。まず、牙の正確な位置をマッピングするために、50cmの升目を凧糸で作成した。クリノメーターで北の方位を決めて正確に位置をスケッチした。

午前中はさらに掘りこむ作業を進めた。最初は、上に乗っている牙はどうしても折れてしまうのではないかという予想だった。そこで、上の牙は重なっている所で鋸で切ろうという計画にしたが、ここで切断するのはどうしても惜しいという話になった。そこで、接触部分をできるだけ掘り込むことで、うまく上の牙だけをはがせるのではないかということで挑戦して見ることにした。さらに、掘り込む作業が続いた。そうすると、千枚通しなどの細かい作業が必要であった。午後1時過ぎに、やっと掘り出しが終わった。あとは、いよいよジャケット作りの作業に入ることになる。またもやコンビニのおにぎりを手早く食べて、ジャケットを作る作業に入った。

手順としては、まずキッチンペーパーを水で濡らして、丁寧に化石のまわりに巻き付けていく。直接石膏を塗ってしまうと、あとで付いてとれなくなってしまうそう。アキシマグジラは石膏を直接つけてしまったのであとで大変だったそうである。その後、さらにその上から新聞紙を同じように巻き付けていく。その上に石膏を塗っていくことになる。石膏は、焼石膏で、25kgの大きな袋で用意したものと後で追加した9kgの合計34kgである。バケツにきれいな水を入れて、水の量と同じ量の石膏を溶かす。やや多めに石膏を入れて固めにした。できた石膏は直接手を使い円尾さんが丁寧に塗り込んでいく。これが実に丁寧である。1度塗ったところで、麻布を切ったものを石膏で塗らしたものをさらに全体に巻き付けていく。これでより丈夫になるのだそう。ビニールの布や網では分離してしまいだめだそうである。しかし麻布は普通の店では販売していない。今回は馬場先生が東急ハンズで購入してくれた。しかし4mでは足りないことになる。

石膏をしめらせた麻布を巻き付けたあとは、添え木をあてることになる。まさに人間の骨折のギブスと同じである。添え木は、中心に鉄の棒を1本入れて他の部分は生木を探してきて入れた。麻布を包帯のように切って、それに石膏をたっぷりつけたもので、それらの添え木を固定した。乾いて固まればこれで1本目のジャケットが完成である。固まる間に、大腿骨のジャケットを作った。こちらは添え木は必要なく簡単であった。1本目の石膏が乾いて、いよいよ地面から引き離す時がきた。すでに午後3時30分になっていた。慎重に、数カ所に鉄の棒を水平に打ち込んだ。大きなバールで振動を与えて、いよいよ上の牙全体が持ち上がった。4人がかりで持ち上げて移動した。牙が折れることなく、見事に下の牙と分離することに成功した。われわれ全員思わず歓声があがった。しかし、今度はこれをどのように持ち運ぶかである。1本目のつけねには歯が残っており、その部分と一緒にしたので全体の重さはかなりのものである。これを持って川を渡り、対岸のレンタカーで借りたミニバンの中まで運ばなければならないわけである。そこで、つるはしの柄と大きなバー

ルにトラロープを巻き付けて、それで4人でかつぐという作戦を考えた。4人だけでは無理なのでさらに、前後に二人つけて合計6人がかりで持つのである。それでもかなり重かったが無事に川を渡り、丘を登り、何とか車の中に入れることができた。対岸ではバーベキューをしている若者や土地の人が何をやっているのかさかんに聞いてきた。よっぽど不審に見えたのだろう。大人が6人がかりで大きな細長いものを担いで川を渡る光景はまるで死体でも運んでいるかのように見えたのかもしれない。しかし、本当のことは言わずに黙って作業をした。象の化石だと知られて騒がれたら大変だからである。

さて、1本はなんとか車まで運べたが、もう1本が残っている。時間はもう午後4時に近い。日の短いこの時期、あと1時間では真っ暗になるであろう。どうしようか。このまま1本であきらめるかといろいろ話したが、ここまで掘って残すのは何とも残念である。しかも明日から皆仕事なので今度はいつ出来るのかもわからない。とにかくできるだけやっつけてしまおうということになった。しかし、困ったことがあった。麻布がまったく足りないのである。1本目ですべて使い切ってしまった。この近くに麻布など売っているだろうか。円尾さんの話だとさらしでもいいという。さらしならなんとか売っているのではないかということで、またもや松川先生と相場で購入に出かける。近くに薬屋があったことを思い出し、幸運にもそこにさらしが置いてあった。そこからは、片づけを始めながら、石膏をぬり、さらしを麻布代わりにまきつけ、そして添え木をつけて、ジャケットを完成させた。もう5時近く、薄暗くなってきた。ここから急速に日が暮れるであろう。暗くてもうビデオも撮影できない。

5時30分頃にまだやや十分に乾ききっていない所を、無理して2本目の化石を引き剥がした。今度は簡単にはがれると思っていたところ、なんと表面の皮が地層面に残されてしまった。暗闇でよく見えないが、この残された部分も持っていけないと困るわけである。しかも、この部分に、硬化剤を塗らないと破損する恐れがある。車に片づけた硬化剤を取りに行き、硬化剤をかけて、その部分をとりはずした。そして、今度は前回のものよりやや軽いので5人がかりで持ち、暗闇の中の川を渡り、何とか車まで運びこんだ。さらに発掘現場の後かたづけをし、最終的に終わったのが6時を過ぎていた。

馬場、千葉、相場の3人で、中央高速、首都高経由で恵比寿にある慶應義塾幼稚舎についたのが7時過ぎ、それから警備員さんにも手伝ってもらい牙2本を車から降ろし、レンタカーを返却し、これで無事に発掘終了ということになった。

牙2本はこのように、2日がかりでたいへんな労力を使い何とか発掘することができた。



風糸で50cmの升目をつくり，位置を正確に測定した。



物置にしまった牙2本。

(5) いよいよクリーニング開始 2002年1月16日（水）～

採集した標本のクリーニングには，慶應義塾幼稚舎の理科室で相場が行った．臼歯はたいへんもろく，ちょっとしたことで割れてしまう．それに対してまわりのシルトはけっこう固く，なかなかうまくとれなかった．割れてしまった場合はすぐにパラロイドでつけて，完全に乾くまでまって，再び開始するということをくりかえした．クリーニングにつかう道具は，小さいタガネや電動の歯医者が使う小さなドリルなどでも試みたが，結局は千枚通しが一番良いということになった．パラロイドは筆でしめらせて塗るということにした．臼歯は完全にセメント質には被われていなく，稜の間の象牙質とセメント質は灰色のシルト質と明らかに色が違い茶褐色をしている．その茶褐色のものが出るまで，泥を取り除くようにクリーニングした．稜の側面は摩耗を受けているのか，きれいな光沢があり，とてもきれいであった．

クリーニングではとくに，層理面と垂直方向になっていた臼歯は稜と稜の間で割れやすく，何度も割れた物をパラロイドでつけるようにした．千枚通しも何度も，その先が折れては，たくさんの

千枚通しを使った。一つの臼歯をクリーニングするには、述べ20時間ほどの時間がかかったであろう。12月に採集した2つの臼歯のクリーニングをほぼ終えた後は、切歯の付け根にあると思われる臼歯の取り出しにかかった。

2本の大きな牙は、第1理科室の標本展示スペースの奥に運び込んだ。ここにシートをかぶせ、普段は子どもたちが勝手にみたり触ったりしないようにした。子どもたちの下校した後から、時間見つけて、取り出す作業に取りかかった。

牙のつけねの塊を少しずつ千枚通しでクリーニングを始めたら、何とさらにもう一つの臼歯が現れてきた。どうも上の歯らしい。しかも、その向きからするとちょうどまい具合に全体が保存されているようだ。牙の付け根を大きめなブロックで採集したために、偶然にもさらに完璧な臼歯を取り出すことができたのである。運ぶときはたいへん重く、あれほど苦勞したのが報われたわけだ。この上の臼歯は下の歯より大きく、たいへん見事なものであった。クリーニングも慣れたのもあってたいへん楽にすすんだ。さらに、この歯の近くに層理面に垂直に入っている上の歯がもう一つある。こちらの方は、たいへんくずれやすく、ちょっとしたことでも割れてしまう。近心部がすでに最初の段階で少し割れてしまっていたので、こちらの方は完全には取り出せない。幅が10cm以上もあるが、これはかなり変形を受けている可能性もある。何とか、この歯も取り出して、これで下の臼歯2、上の臼歯2の合計4つの臼歯を手に入れることができた。となると、あと4つの臼歯がまだ見つかる可能性があるということであった。



臼歯のクリーニング

主に千枚通しで時間をかけて行った。



クリーニングをする。



ときには、まっぴたつに割れてしまうことも。このときはパラロイドが役に立つ。

(6) あと2つの臼歯発見，しかも顎付きだ！ 2002年2月11日（月）

松川先生が、学芸大学の学生とともに足跡の調査に行くが一緒に行かないかと誘われる。あと4つあると推理される臼歯のことが気になるのでぜひ行きましょうということになり、学芸大学の学生8名と一緒に現地に行く。

現地では、学生達と松川先生とで足跡の調査を行った。足跡は、砂を取り除き、全体の形を出したら、測定し、詳細なマップをつくることにした。相場は、その時現地を確認したところ、臼歯の破片の断面を発見した。おそらく前回暗闇の中で最後の牙を掘り出したときに出てきた物で、その時は暗くて気づかなかったのであろう。このまま露出しているのはまずいので、取り出すことにした。学生2名も手伝ってくれた。最初は、その断片だけを取り出そうとしたのだが、その断片の周りの地層を取り除くとなんと骨の一部が顔を出した。骨はかない太く大きな物のようであり、出てしまったからには、取り出してしまおうということになった。その骨を取り出すために周りの地層をどんどん掘り下げていったら、相場のうち下ろしたハンマーに茶色い粉がついた。よく見るとそこにも臼歯がある。臼歯はちょうど稜が上を向いており、かなり完全に近い形に見えた。その臼歯を取り出すためにはやはり、骨を取り出す必要がある。骨はまわりを掘り下げてから、タガネを

その下に入れてブロックで取り出すことにした。かなり周りを掘ったところで、水平にタガネを入れてひっくり返してみると、なんとそこにはバラバラにくだけた臼歯の一部があった。骨の裏側にもう一つの臼歯があったのである。これにはかなりのショックであった。骨だけを掘ろうと思っていたのがその下の臼歯にタガネを打ち込んでしまったのである。しかし割ってしまったものはしかたがない。すでに日が暮れかかって来ており、それらを全て新聞紙に包み込み持ち帰ることにした。そして、さらに先程から見えていたもう一つの臼歯を大きなブロックごと採集し、一番最初の断片とともに持ち帰った。

結局、この日は2つの臼歯をさらに採集したことになる。バラバラになってしまった臼歯は下の歯のものであり、骨は下顎骨であることがわかった。この下顎骨と臼歯はクリーニングでたいへんな時間がかかったが、何度もパラロイドで張り合わせ、また粘土をすきまにうまく入れることにより、かなりの部分まで復元することができた。結局、合計6つの臼歯が産出したことになった。これらのクリーニングは春休みに集中的に行った。一つあたりの臼歯に20時間とすると6つの臼歯のクリーニングに120時間ほどもかかったことになる。しかし、牙のクリーニングまではとうてい時間がとれず、とりあえず牙は物置の中にしばらく眠ってもらうことにした。



足跡調査。よく調べるとまわりにもたくさんの足跡があった。



地層から顔を出した下顎骨。この骨の下側に臼歯がついていた。

(7) 新種の可能性を探って 2002年4月～

クリーニングは、まだ完全ではないが、とりあえず一段落させたところで、まだ残されている骨の発掘をどうするかを松川先生と相談した。発掘にはかなりお金がかかるであろうということであった。となると、われわれの手にはおえない。しかるべく公共団体をお願いするしかないであろう。最初に考えたのが八王子市の教育委員会であった。しかし、松川先生が、恩師でもある元国立科学博物館の小島郁生先生に写真を見せたところ、これは大発見であることには間違いないので、文部科学省をお願いするのがいいのではないかとというアドバイスを受けたとのこと。そこで、しっかり調べた上で、文部科学省に交渉しようということになった。

さっそく研究を始めたのだが、研究の最初は論文探しであった。もっとも重要と思われた論文は亀井節夫(1991)の「日本の長鼻類化石」というものであった。この本はすでに絶版となっており購入することはできなかった。しかし運良く学芸大学の松川先生の手元にあった。さらに、アケボノゾウ関係の論文は多くの論文が出されていることがわかり、中央図書館には3度、国立国会図書館にも1度文献収集に出かけた。また松川先生からも原記載論文等多数コピーしてもらい送ってもらった。これにより文献のほとんどが揃うことになった。

まず、産出した臼歯がなんという種なのかをはっきりさせておく必要がある。前期更新世の長鼻類化石は日本の場合はアケボノゾウとされており、今回得られたものも最初は当然アケボノゾウであると思っていた。しかし、臼歯の特徴を正確に測定、記載を始めるうちに、どうもアケボノゾウとは違うような印象が生じてきた。

今回の臼歯は、第2大臼歯なのに、23.5cmもあり、そしてエナメル質も5～6mmあるようで、アケボノゾウにしては、原始的な性質が強くアケボノゾウとシンシュウゾウとの中間的な性質を示すもののような気がしたのである。

そこで、実際にアケボノゾウの標本を見ることが大切であると思い、日本中にある標本を見に行くことにした。出かけた博物館は以下の通りである。

①4月2日 川崎青少年科学センター：カントウゾウの臼歯がある(残念ながら臼歯はレプリカ作成中とのことで見られなかったが、アケボノゾウの全身骨格が展示してあった)。論文では、第2大臼歯であり、今回産出したものと同じ歯種である。しかし、明らかに今回のものはこれより大型であった。

②4月3日 東京都立高尾自然史博物館：五日市から産出したシンシュウゾウの臼歯と骨が展示されていた。臼歯は思った以上に大型で、エナメル質もかなり厚い、見た瞬間に、シンシュウゾウとは明らかに違うと感じた。また、ここからは尺骨も産出しており、たいへんな大型のものであり、巨大なゾウであると感じた。

③4月14日 埼玉県立自然史博物館：狭山から産出した第2大臼歯の完全な標本が展示されていた。この臼歯は、北浅川と同じ歯種であり、また産地も近いことから比較する上ではもっとも重要な標本である。しかし、明らかに北浅川標本の方が大型でエナメル質も厚く、稜頻度も小さい。咬

摩面と歯茎との角度が狭山標本は急であり、セメント質も発達している。この2つは見た目にも完全に違う種類と思えることがわかった。これにより、どうも北浅川のものは新種ではないかという考えが深まってくる。

④ 4月28日 兵庫県明石市おもしろ博物館：明石市在住の洋画家、井上繁広氏の個人的な博物館におじゃました。博物館というより小さな標本を販売する店舗であり、不定期に開店するらしい。あらかじめメールで確認してから訪問した。そこには所狭しと、多くのアケボノゾウの臼歯が並べられていた。明石の海底から引き上げられたものを個人的に集めたいらしい。ホームページでは100個以上ものアケボノゾウの臼歯や切歯の化石があるという。井上さんはたいへん親切に標本を見せてくれた。また、写真も自由に撮らせていただいた。標本もさまざまな大きさの物があった。第3大臼歯なのに、歯冠長10cm程度のかんりの小型の物もあった。また、下顎骨についての第3大臼歯で、20cm以上にもなる大型の物もあった。第3大臼歯となるとやはりかなり大きくなものもあるようである。ただし、幅はそれほど小さくなく、歯冠高でいわゆる樽野（1991）の示したアケボノゾウの範囲に入るものである。第3大臼歯で超小型なものは、もしかしたら違う種類としても良いのではないかと思えるくらいであった。しかし、この中には北浅川と同じと思える物はなかった。中には、セメント質が良く発達し、咬耗面と歯茎との角度が急な狭山標本とそっくりなものもあった。井上コレクションを見た結果、北浅川と同じ種類と思える物が一つもなかったことが大きな収穫であった。よって、ますます新種とした方が良いのではないかと確信を深めることとなった。

⑤ 4月29日 大阪市立自然史博物館：この博物館では紀川標本をもとに復元したアケボノゾウの骨格標本が展示してある。紀川少年がコツコツと一人で発掘したというものでその努力に頭が下がる思いで見学した。また、そのそばに中国で産出した黄河象の骨格模型があった。大きな牙はそれはそれは大きく迫力満点である。シンシュウゾウもこのくらいの大きさになったのだろうか。となると、それほど大きなシンシュウゾウから小型のアケボノゾウが日本で独自に進化したという説が正しいのであれば、当然その中間型のゾウがいてもおかしくないであろう。今回発見した北浅川の標本が新種となり、そのミッシングリングを埋める物であってほしいと強く感じた。また、他にもスギヤマゾウという名で臼歯が展示されており、それらの写真も自由に撮影することができた。これはたしかにアケボノゾウのシノニムとしても良い変異の幅に入る標本であろう。

⑥ 6月3日 三重県立博物館：ここには、アケボノゾウの臼歯化石とシンシュウゾウとされる臼歯一つは展示されていた。撮影するには許可が必要だと言うことである。学芸員が出てきてくれて、復元骨格は明石のものをもとに作ってあるので、そちらに許可をとらないとだめだそうである。しかし、臼歯化石自体はこの博物館のものなのでOKということで撮影させてもらった。普通のアケボノゾウであろう。シンシュウゾウは大きさがそれほど大きくなかった。

⑦ 6月4日 滋賀県多賀町あけぼのパーク：前日は名古屋のビジネスホテルに泊まり、彦根まで行きそこからタクシーで出かけた。ここからは全身の70パーセントのアケボノゾウの化石が展示されている。全身骨格標本をはじめ、素晴らしい展示であった。象の化石によって、町がこれほどまで

の立派な博物館を建ててしまったことにはたいへん驚かされた。今回の発見も、将来博物館ができるくらいの大きなものになるのだろうか。

ここで産出したアケボノゾウは第3大白歯であり、アケボノゾウとしてはもっとも大きいものの一つであろう。今回産出したものと全体的な大きさは同じ程度であるが、稜頻度はこちらの方が大きく、エナメル質も薄い。

以上、約2ヶ月の間に7つの博物館を巡り、アケボノゾウ、シンシュウゾウの化石と比較してみた。結果的に、今回産出したものは、ちょうどその中間的な性質を示すものであり、やはり、今回産出したものは、新種としてこれから研究していくことになるのであらうと確信することになったわけである。

(8) 八王子市の協力が得られた！ いよいよ本格的な発掘モードに 2002年6月23日～

6月23日(日)現場の状況を家内と見に行く。最近の雨で水量が増えている。なんと流れの中に骨の一部が現れている。脚部の骨の一部のようだ。このままではやはり削られてしまうだろう。すぐに松川先生に連絡する。骨が水没して現れていると聞いてさすがに松川先生もあせったようだ。至急八王子市に連絡すると言ってくれた。環境保全科の谷田光弘さんである。彼は以前、八王子市の市民講座で松川先生に講演を依頼した関係だという。

6月26日(水)谷田さんと、松川先生、馬場先生、相場とで八王子市の市役所で会う。相場は出張のため30分ほど遅れる。谷田さんは、たいへん興奮したようす。さっそく教育長、市長に話すと言ってくれる。

7月1日(月)16:00に黒須隆一八王子市長と会うことになった。こちらは私と、松川先生、谷田さんとの3人。発見のいきさつと学術的な価値について説明した。市長はたいへん喜び全面的に支援すると約束してくれた。新種ならば、ぜひハチオウジゾウという名前にしてほしいということ、そして博物館も建てましょうとまではっきりと言ってくれた。(そんなに簡単に言って良いのかとむしろこっちが驚く)

7月5日(金)谷田さんが、教育長や助役に会ってほしいと電話が来る。至急だが、13:00ということで、松川先生とふたりで八王子市役所へ行く。畑中助役、成田教育長、小笠社会教育部長、佐藤八王子市郷土館長など10名ほどのなかで3時間近く説明を行った。そして、今後の発掘について話しあい、八王子市としては全面的に協力すると言ってくれた。八王子市の協力が得られるとわかり、いよいよ夏には本格的な発掘をすることが決定した。そして、具体的な日程としては、7月17日に川の半分だけを業者に堰きとめてもらい、本格発掘を7月20日から開始とすることにした。発掘が始まってしまえば、実際はどれ程の日数が必要かわからない。そこで、自由の利く夏休みスタートと同時に計画したのである。そして、発掘に協力してくれる人員、発掘に必要な道具などの計画を立てることにした。

7月10日(水)発掘まであと10日とせまった日に台風が接近。浅川がさっそく増水していると、

谷田さんから連絡がきた。増水したら堰きとめることももちろん、発掘は不可能になる。そして、多くの骨が侵食されて失われてしまうかもしれない。はらはらで台風の進路を見守った。

7月11日（木）八王子市としては、松川先生を団長とする調査団形式にして、調査委託ということで半額の補助をするということがきまった（正直半額は痛い。残りの半額は自腹となるのか。しかし、半額でも補助して頂けたので有り難いと思うしかないであろう）。

7月15日（月）またしても台風が近づいている。例年この時期はそれほど台風の接近はないのだが、今年に限ってなぜやってくるのか。とにかくそれしてくれることを願うのみである。八王子市役所では、関東を直撃する予定の台風の緊急水防体制が発令された。山間部では断続的に雨が降り始めたらしい。谷田さんが、土留めの件を業者に話したら、現時点で答えられないと言われたそうだ。しかし、条件がよければ二日で何とかできるそうですが、今の状況では回答不可能とのこと。北浅川は大水がでて、3日ほどで水が引くとのこと。その時点で判断するなる。この時点で17日の堰き止めは中止に決定することにした。

7月18日（木）相場、馬場とで現地にて堰き止め業者と打ち合わせ。台風による増水は思ったほどでもないので一安心。川の右岸側半分を堰き止めるとしたら、業者がお金をかけて行うより、学生などの人手を使って、土嚢を積むやりかたでこちらでできるのではないかというアドバイスももらう。もちろんその方が費用がかからないのでそのようにすることにした。そして、堰き止めの日を20日に行うことにきめた。

（9）いよいよ本格的な発掘 2002年7月20日～25日

7月20日（土）発掘一日目 相場、馬場先生、相場の長男、長男の友達鈴木くん、松川研究室からは7名ほど、谷田さんと環境保全科の人が参加してくれる。今日は主に、川の堰き止め作業を行った。まず、大きな石を並べ、その隙間に小石を入れていく。そして、ブルーシートをかぶせ、その上に、土を詰めた土嚢を重ねていくという作業である。記録のために八王子ケーブルテレビの人2名がずっと撮影をしている。午後郷土資料館の佐藤館長がジュースをもって差し入れに。そして、午後小荒井先生と青野先生も来てくれる。土嚢は小70袋、大30袋用意したが足りなくなり、買いに行く。100袋を追加。ブルーシートもたりなくなり3つ買いに行く。3時頃まではせき止めにかかる。その後上の地層をはぎとる。かなりの暑さである。道具は、相場がすべて用意した。谷田さんは、テントをレンタルしてくれる。あと一輪車と発電器も用意。つるはし4本、やはりこれが一番役に立った。タガネ、ハンマーはほとんど使わない。

7月21日（日）発掘2日目 松川先生が四肢骨を発見する。最初の大物の発見だ。これで、やはり骨が埋まっているのだということがわかり、さらに期待がふくらんだ。ジャケットづくりひっくり返すときに、割れてしまうというハプニングがあったが、何とか取り出しに成功。その後、小さい骨の破片が続々と見つかる。

7月22日（月）発掘3日目 息子と家内、息子の友達が手伝いに来てくれる。今日もたいへんな

暑さである。8時40分頃到着。作業はさらに掘り進むこと。10時にNHKが取材にくる。週間子供ニュースで放映するとのこと。アケボノゾウとシンシュウのパネルを作ってくる。しかし、残念ながら今日はまったく大物がでない。もうあれしかないのか。あるいは、土手の方へ続いているのか。明日、ユンボを借りられるかきめるとのこと。ユンボで土手を崩して見て、それでもでなかったらもしかしたら、骨はあまり残っていなかったということになる。3時に郷土資料館へ、そこでキバをNHKに撮影させる。館長と打ち合わせ。金曜日4時に記者会見とのこと。

7月23日（火）発掘4日目 今日も快晴でとても暑い。中学生の娘が一緒についてきた。役にたかないと思っていたがしっかりと働いていた。今日は、すでに地表に出ていた骨をブロックでとりだすことと。地下奥にないかどうかを確認することとした。その結果、2点の小物の骨が見つかっただけで、何ら収穫はなかった。というか、地下には埋まっていないという判断ができたわけだ。明日はユンボを持ってきて土手を削ってもらおう。そして出なかったらもうないという判断で、出たら出たでそれをとれば終了であろう。大がかりにやったわりには脚の骨2本（折れていたのでも1本かもしれない）だけという収穫に終わるかもしれない。午後1時ころ、成田教育長が視察にくる。とても喜んでいて。ユンボの視察に数人がくる。記者会見は市長がどうしてもみたいので3時30分になった。

7月24日（水）発掘5日目 今日は、朝からユンボ（ミニシャワーショベル）が来てくれる。川を渡り、土手が傾斜しているので、草むらの中を草をかきわけながら上流から進んできた。まるでゾウのように見える。ドテの部分を50cmくらいはぎとってくれる。上から砂の層、そして泥の層、細かいパミスを含む泥の層と続き、骨はその細かいパミスの入る層から出てくる。それより下の層は、またパミスが少なくなり、黄褐色の腐ったような材木片の含まれる層となる。パワーショベルをやる前に相場がけっこう太い骨を出す。ただし、ペしゃんこにつぶれている。これではどこの部分かはわからないかもしれない。ただ、やっと3番目の大物となる。ユンボでけずった部分をみんなで掘る。相場がまたあばら骨をだす。これもばらばらになった一部だ。結局せつかく削ってもらったがでたのはこのあばら骨1本であった。しかし、これで土手の奥にはないことがわかった。下流側でもない。となるとこれで発掘の終了のメドがたったわけだ。午後つるはしをふるっていたら、腰に激痛。やってしまった。5日間連続でつるはしをふるっていたのでギックリ腰をやってしまったのである。最悪！まあ、発掘の終了の合図なんだろうか。

7月25日（木）今日は、片づけの日である。12時頃から激しく雨が降ってきた。20日から発掘をはじめ初めて雨である。みるみる水量が増えてきた。午後テレビ局が取材にくるという。しかし、激しい雨でこないもよう。三次先生が手伝いに来てくれる。雨の中を片づけの作業。とれた化石をつつみ、郷土資料館に運ぶことになる。テントと一輪車を残し、これは片づけを谷田さんをお願いして、道具類もすべて、郷土資料館に運ぶことにする。資料館にすべて運んだ後に佐藤館長と打ち合わせ。途中で朝日新聞から電話の取材。30分近く話す。



堰き止めを始める.



ブルーシートを敷き，その上に土嚢を積む.



堰き止めが終了し，発掘の現場ができる.



ブルーシートで覆い，その日が終了.

(10) 記者会見と報道

7月26日（金）いよいよ記者会見の日だ。今日は新宿の教員研修で幼稚舎の見学会の案内を午前中にし、午後から臼歯を持って、八王子に行くことになる。朝工事車両がたくさんおいてあり、途中で車を移動しろとのこと。なんとバックしている途中でトラックの荷台とぶつけてしまい、前に大きな傷をつけてしまう。ついていない。新宿区は結局9名、9時から12時すぎまで案内をする。それから化石を梱包。遅れてはいけないので、1時には馬場先生と出発する。昼食を食べて、3時近くに八王子に。記者会見の席に化石を持って行く。臼歯を並べるとみな驚く。3時30分に開始、市長が最初に挨拶。それから松川先生が挨拶。細かい点については相場が説明し、質問に答える。読売、朝日、毎日、日経、共同通信などテレビの撮影もあった。マイクもテーブルにあり、本格的な感じ。記者は細かいことをずいぶん聞いてくる。携帯の番号を教えてくださいというので教えると読売が3回、朝日もまた1回かかってくる。毎日は本社からカメラマンがくるという。来るのに1時間30分も待たせられる。結局7時過ぎに終了、腰がいたいので谷田さんと佐藤館長が臼歯を車まで運んでくれる。家についたのは8時30分。夕方のテレビニュースで報道されたとのこと。

7月27日（土）朝の朝刊、全国版に出たのは毎日だけで、日経、産経、東京、読売と地方版に掲載される。もっと全国版に大きく報道されるのと期待していただけに残念である。旧石器を捏造した問題があったので、報道機関もこのような発掘ものに対しては最近では神経質なんだそうである。

7月28日（金）八王子市民のための現地見学会が行われる。午後2時から4時までの2時間、現地で相場が説明をした。八王子は見学会のために川に橋をわざわざ建てた。市長も早々と来てくれる。教育長は最初から最後までいてくれる。合計1000名ほどが見学に来た。50人くらいずつ橋を渡らせて、そのグループに説明をする。17回も説明を行った。どの人も熱心に聞いてくれた。市民の関心の高さがわかる。終わった後佐藤館長と握手。これからはたいへん、ぜひいい博物館を作りたいですねと話す。



1000人が訪れた現地見学会。
市民の関心の高さがわかる。

(11) レプリカ作成の記録

切歯2本と6個の臼歯のレプリカ作成を行った。以下、レプリカ作成の記録である。

日時 2003年8月27日～9月5日 牙2本のレプリカ型どり

2003年12月27日～30日 臼歯6個のレプリカ型どり

制作者 円尾博美氏（彫刻家），馬場勝良（慶應義塾幼稚舎教諭）相場博明（慶應義塾幼稚舎教諭），中西亮平（東京学芸大学大学院1年），伊藤真由美（東京学芸大学4年），田村響太郎（東京学芸大学4年），白井亮久（東京学芸大学4年），赤塚里子（東京学芸大学3年），小林真理子（東京学芸大学3年），小林遼（東京学芸大学3年）

材 料 石膏（象印焼石膏）25kg×2袋， シリコーン（東芝350RTV硬化剤付き） 1kg×13， 局方カリ石鹼 500g×1， 教材用油粘土（王子） 1kg×45個， ガーゼ 10m×幅30cm 5袋， Aベンジン 500cc×3瓶， アセトン， パラロイド硬化剤， ガラスクロス， 麻布， ベニヤ板， 垂木， スズ泊， 筆， 割り箸， 竹べら， ボール

①化石の補修および補強

化石にシリコーンを塗った場合に，ひび割れなどにシリコーンが入り込んでしまうと化石を破壊してしまうおそれがある．そのために以下のような補修および補強を行う．

- ・化石自体はパラロイド硬化剤で十分硬化させておく．濃いパラロイドをつけると中までしみこまないで表面だけで固まってしまうことになるので，十分薄めて使うようにする．

- ・化石のへこみなどは，ワセリンを塗って，スズ泊などを貼り合わせる．歯ブラシで隙間がないようにする．隙間があるとそこにシリコーンが入り込んでしまうため．

- ・化石のひびは，ティッシュでひびを埋めるようにする．このとき割り箸の先を削った物を使う．

カリ石鹼を水で薄めたものをひびの中に筆で入れていくようにする．カリ石鹼は，化石の表面に丁寧に塗っていく．これは，化石とシリコーンがつかないようにするためである．この作業をできるだけ丁寧に行うことが大切である．

②粘土で土台作成

化石のまわりに，板をひいていく．板は小さい物で適当に周りを囲んでいく．小さい標本なら粘土だけで良いが大きな物の場合は粘土の節約にもなる．粘土は板状に切り，粘土同士のつなぎ目はへらなどを使い，丁寧になくしていく．表面は可能なかぎりなめらかにしておく．段差ができるとシリコーンがそこで収縮する場合がある．粘土は標本の半分の高さにする．水平になるとは限らない．粘土に，直径2cm程度の穴（約5cm間隔）を開けていく．この穴があると，この部分のシリコーンが出っ張り，あとで，2つの型を合わせるのに役に立つ．粘土にも，カリ石鹼を塗っておく．



レプリカを作る円尾さん。



牙のレプリカの作成中。

③シリコーンの塗装

シリコーンはとくに薄めることなく、そのまま使う。まず、全体に薄くぬる。小さなボールを用意して、ヘラで塗っていく。ベンジンは筆洗い用に使う。一度塗ったら乾かす。乾くのに30分ほどかかる。さらに2回目のシリコンを薄く塗る。塗った後は、ガーゼを適当な大きさに切りかぶせていく。その上から3度目のシリコーンを塗っていく。まわりの重ねる部分に、キャラメル大のシリコーンを固めた物(あらかじめこれだけは作っておくと良い)を5cm間隔くらいに並べておく。これをつくることにより、このあと上に塗る石膏と合わせやすくなる。シリコーンが完全に乾くまでまつ。乾くのは温度によって違ってくる。20度～25度くらいがちょうど良い温度、低い温度だと固まるのが遅くなる。その場合促進剤を使うこともある。

④石膏の塗装

シリコーンが乾いたら、今度はその上から石膏を塗っていく。石膏はあまり厚く塗りすぎないこと。石膏を1度塗ったら、垂木を充てていく麻布を切って、そこに石膏をかぶせ、乾くのをまつ。石膏が固まれば、片面が出来上がる。ひっくり返して、粘土を丁寧に取り除き、その面にカリ石鹼

をよく塗ってから、同様な手順でもう一つの面も作る。

⑤化石の掃除

シリコーンからはずした化石には、粘土がすきまに残っていることがある。これを丁寧に竹べらなどで取り除く。また、隙間にうめたティッシュも丁寧に取り除く。

⑥FRP製作

出来上がった型にFRPを流し込む。かなり臭いが出るので、できれば換気のよい室内か屋外が良い。出来上がった、FRPは、バリ取り、および修正を加える。最後に標本をよく見て、油絵の具でできるだけ本物に近いように彩色する。

おわりに

発見から、発掘までの一連の記録をここに残した。歯はかなりの部分がそろって産出したが、骨は思ったほど出てこなかった。結局は、もっとも固い部分の歯だけは残されたが、骨は埋積の過程で破壊されたり、動物などに荒らされたりなどして、少ししか残されなかったのだろう。いずれにせよ、発掘をした場合は、発掘のあとがたいへんである。化石の量が少なかったので、すべての化石は慶應義塾幼稚舎に保管し、そのクリーニング作業、記載等の研究、そしてレプリカの作成作業などがこれに続くことになる。

このハチオウジゾウの発見は人生でもっとも大きな発見かもしれない。その発見に恵まれたことは本当にラッキーであった。

そして、この発見と発掘は、多くの方の協力で進められてきた。たまたま私が第一発見者であっただけであり、同じ発見者でもある同僚の馬場先生の尽力は、言葉では言い表せないくらいのものである。また、学芸大学の松川先生には多くの学問的なサポートを頂き、また研究室の学生諸氏にも多大な協力をいただいた。このお二人がいなければ、発掘はうまくいかなかったであろう。また、多くの職場の同僚、広尾地学研究会の仲間、さらに、援助をいただいた八王子市と八王子市郷土資料館の佐藤館長をはじめ職員の皆様、八王子市職員の谷田さん等、多くの方のご協力を賜った。深く感謝したい。

「^{あさかわさん}浅川産^{つか}ハチオウジゾウ^{たいけんがくしゅう}を使った体験学習^{きそてきけんきゅう}のための基礎的研究^{じっせん}と実践」

(研究助成・一般研究 VOL. 27-NO. 159)

著者 ^ば馬場 ^{かつよし}勝良

発行日 2006年3月31日

発行者 財団法人 とうきゅう環境浄化財団

〒150-0002

東京都渋谷区渋谷1-16-14 (渋谷地下鉄ビル内)

TEL (03) 3400-9142

FAX (03) 3400-9141