ており，堆積期間は約6,000年間です．

化石が出てくるのは，主として本層の下半部の粗粒な砂礫層からですが，第９次以降の発掘で本層上半部の中粒砂層から，ナウマンゾウとヤベオオツノシカの化石が出ており，これが野尻湖での最上位産出層準になります．

上部Ｉ層から産出した化石点数は，さきの表4・2にあるように結構多いのですが，上部Ｉ層の場合，ナウマンゾウに対するヤベオオツノシカの産出比率をみると21%で，他の層準に比べてヤベオオツノシカの産出比率が高いのが目立ちます．

特徴的な産状としては，本層下半部のグリッドＬ21を中心に約５m四方の範囲からヤベオオツノシカの後肢の化石群が出ています．この化石群の大部分は右の後肢で，そのなかに同じ部位のものが２点出てきます．しかもその大きさが違うので，これは大きな個体と小さな個体との２個体の化石が混在したものと考えられます．つまり２個体分のすべてが右側の後肢の骨だけなのです．それともう１つ，この化石群からは足骨のほとんどが発見されているのですが，関節する骨どうしが散らばって出てくるという，非常に特徴的な産状を示しております．

⑧ナウマンゾウ化石の年齢別産出数

以上，各層準にみられる化石の産状の特徴ををごく大まかに述べました．最後に，野尻湖から産出するナウマンゾウの年齢の問題に触れておきます．

ゾウの歯の数は，上顎片側に切歯(牙)１，乳臼歯３，大臼歯３，下顎片側に乳臼歯３，大臼歯３あって，臼歯は６対あるのですが，実際の生活ではこの中の１対か２対しか使われません．これはゾウの場合，歯の交換が水平交換だからです．つまり，前の方の臼歯のすりへり方が激しくなるとその歯が浮き上がって脱落しますが，そのとき，顎骨の後部でつくられた新しい臼歯が前方へ進み出てきて，前の臼歯の位置を占める．こうしてゾウの臼歯は，生まれてから死ぬまで次々に交換されていきます．図4・13は，ゾウの臼歯の発達と年齢との関係をみたものです．このように，使用している臼歯の種類とその咬耗の状態を詳しく調べれば，そのゾウの年齢を推定することができます．

図4・14は，野尻湖から出たナウマンゾウの臼歯の年齢別の個体数で，これは第11次発掘までの累計です．そうしますと，幼年期から青年期のゾウが殆ど見当たらず，産出する大部分が成年期から老年期のゾウです，これは，じつは非常に特異な状態なのです．

外国のいくつかの例と比較してみますと，図4・15は旧ソ連のベレリョフ産の長鼻類年齢別産出数で，幼年期から青年期にかけての産出数が多く，老年期になるにつれて産出数が少なくなります．このような右下がりのグラフは，普通の自然状態のものといわれています．図4・16はアメリカのホットスプリングスのものです．ここでは温泉にできた自然の"落とし穴"にはまったと解釈されています．野尻湖産ナウマンゾウの場合も，何らかの選択的な作用が働いた結果と思われますが，それがどのようなものであったかは，今後の課題になっております．

図 4·13－アフリカゾウにおける使用臼歯と年齢の関係
〈樽野，1995〉

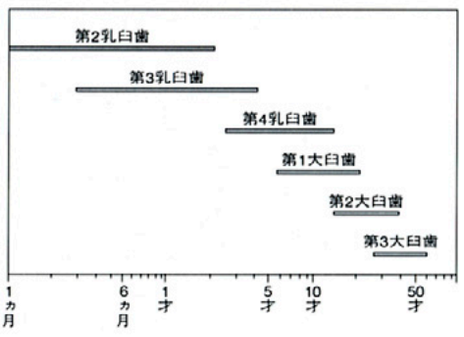


図 4·14－ナウマンゾウ臼歯の年齢別個体数

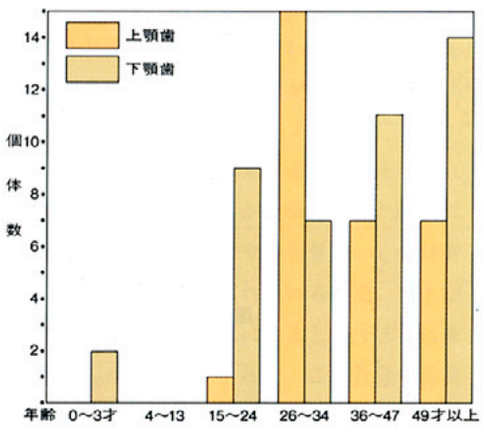


図 4·15－ベレリョフ(旧ソ連)での長鼻類の年齢別産出数
〈Haynes, 1991〉

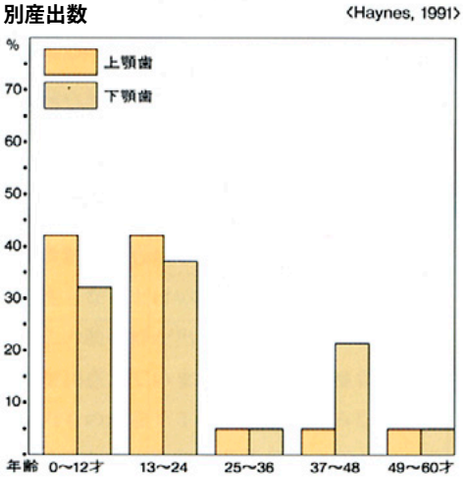
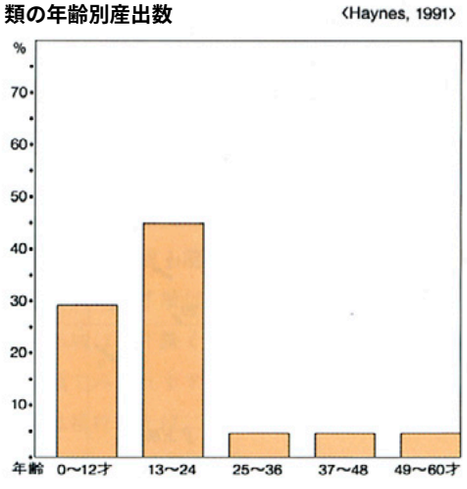


図 4·16－ホット·スプリングス(アメリカ)での長鼻類の年齢別産出数
〈Haynes, 1991〉



⑨足跡化石

《足跡化石の調査》

樽野　1984年の第９次発掘のさい，下部野尻湖層Ⅲ下部の上部に挟まれる粉アズキ火山灰層の上面に丸い穴がいくつもあるのが見つかりました．そのときから，この穴は何かということが問題になっていたのですが，第10次発掘でも大型動物の足跡化石らしいとされる程度で詳しい調査までにはいたりませんでした．それで1990年の第11次発掘では，今度こそ決着をつけなければということで，地質，哺乳類，生痕，植物などの各専門グループのメンバーと堆積学や土質力学を専門とする人などで足跡古環境班というものをつくり，このグループで発掘を行ったわけです．

このときの調査では，ナウマンゾウの足跡化石かどうかを確認するために，以下のような調査ポイントを設定しました．

①個々の凹み(足印)の形態はどのようなものか．(a)平面形はどのような形か．大きさはどうか．(b)蹄・指の跡は確認できるか．

②前足の足印と後足の足印が共存するか．共存するならばどのような位置関係にあるか．

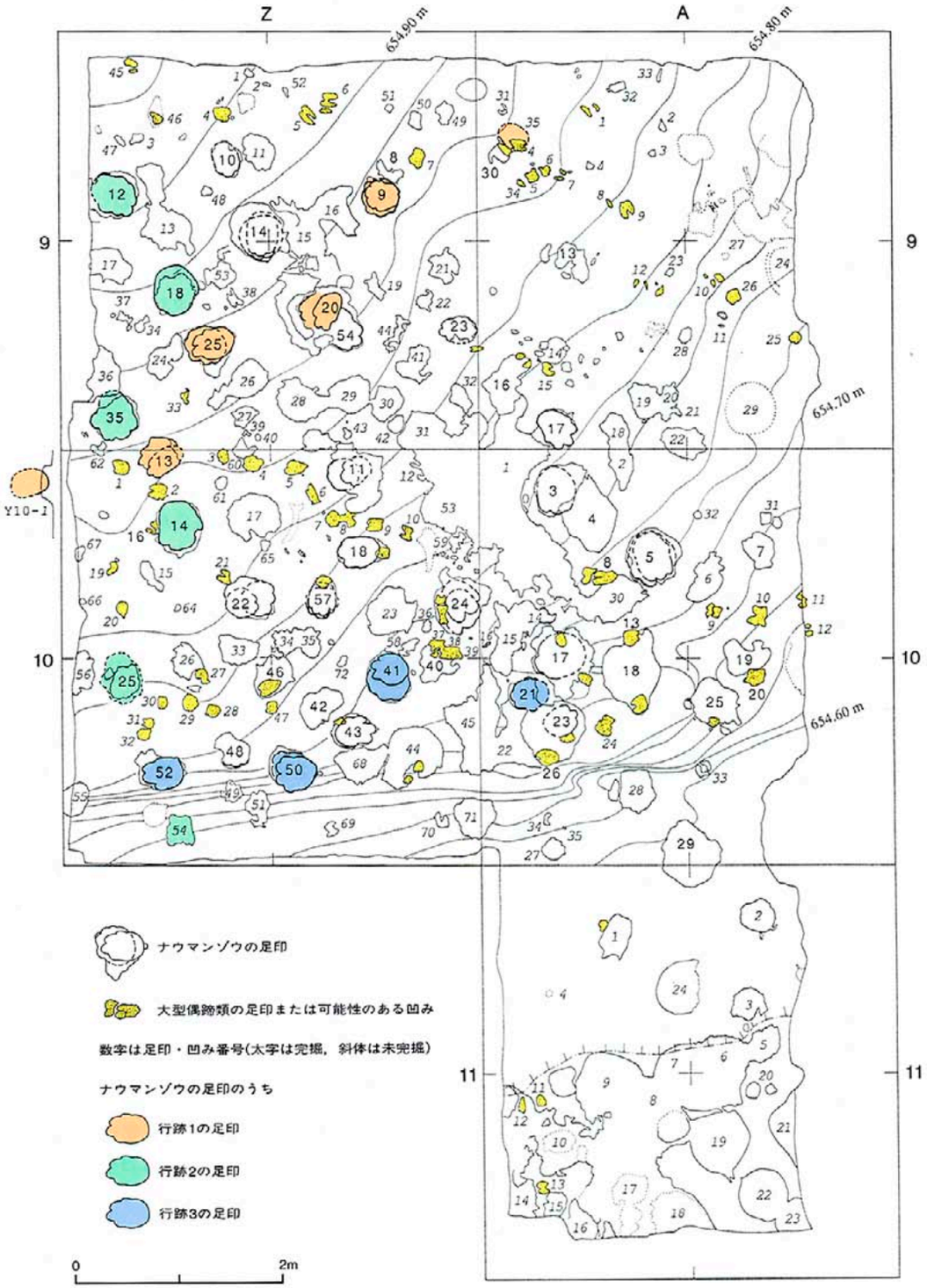
③凹みの底面と側壁の形態が足の形態および運動に対応しているか．

④凹みの直下および周囲で，地層の葉理はどのように変形しているか．また凹みの周囲で層理面はどのように変形しているか．

⑤左右の足の並び（行跡＝動物の移動を示す一連の足跡）が確認できるか．また歩幅はどのくらいか．

調査した場所は，グリッドＺ９，Ａ９，Ｚ10，Ａ10，Ａ11で，図4・17がその調査結果です．この場所にはたくさんの凹みが見られるのですが，このうちの40個ほどがナウマンゾウの足跡化石であると確認でき，その中のいくつかは行跡を構成していることが分かりました．ある凹みというのは，実際にゾウの足の型をそのままの形できちっとあらわしたものではなく，必ず変形を受けています．ですから１個の凹みだけでは何も分からないのですが，上述の調査ポイントをよく調べ子細に検討し

図 4・17－足跡化石平面分布図



<図 4・17～図 4・22 は野尻湖発掘調査団足跡古環境班による>

ていきますと，いくつかの凹みが同一個体のゾウの足跡，つまり行跡であることが分かってきたわけです．こうして，それぞれの変形の状況や実際のゾウの足の形，さらには移動の様子なども分かってきました．

この調査で確認できた行跡は３つで，それを示したのが図4・18の行跡図です．図は見やすいように，どの行跡も下から上に向かって移動した形で描いてありますが，実際には湖岸にそって移動していたり，湖に向かって移動したりしています．その様子は，図4・17の足印を行跡図の記号どおりに追っていただけばよく分かるかと思います．

《行跡１から》

足跡化石の調査では，まずナウマンゾウの足の形が明らかになりました．ナウマンゾウの足の形といっても同じゾウの足ですから，現生のゾウを見ればおよそのことは分かります．しかし，現実に化石として見つかるのは骨だけですから，ナウマンゾウの本当の足の形は足跡化石でないと分かりません．

行跡１にZ9-25とありますが，これが１つの足跡です．この足跡を拡大したのが図4・19で，この足跡は，右前足と右後足が重なって残っています．図で丸くなっている方が前足で，青色の数字は前足の指の番号です．５本の指があり，すべての指に蹄があります．前足はこのように丸い形で，これは現生のゾウも同じです．この前足の直径は約40㎝です．その上に重なっている楕円形が後足です．赤色の数字は後足の指の番号で，５本の指のあとがみられます．大きさは，大体前後の長さが40㎝，左右の幅が30㎝で，これは野尻湖の足跡化石でみられる平均的な大きさです．

蹄の数は，野尻湖で出るナウマンゾウでは前足が５，後足が４～５です．現生のアジアゾウは前足が５で後足が４．アフリカゾウは前足が４～５で後足が３～４です．ですからナウマンゾウの蹄の数は，アフリカゾウと比べれば明らかに多く，アジアゾウと比べると後足の蹄が多い場合がある．そういった違いがみられます．

行跡１の歩き方ですが，このゾウは右後足は右前足のやや後ろを，左後足は左前足の外側のやや後ろを踏んで歩いています．歩幅はほとんど変化していないので，ほぼ一定の速度で歩いていたと考えられます．

その歩く速度ですが，これは現在の動物の運動を研究している人によって，歩幅と足の長さから歩いた速さを求める方法が明らかにされています．このゾウの歩幅は分かりますから，足の長さを他の標本で近似値を選び，この方法によって行跡１の歩行速度を求めると約1.6m/sという値が出ています．

《行跡２から》

次に行跡２ですが，この足跡は野尻湖の中では非常に大きいんです．このゾウの場合，前足の足跡は分からなくて後足だけしか分かりませんが，その足跡は前後の長さが約50㎝，左右の幅が約40㎝もあります．

図4・20は，行跡２の右後足，Z9-12，Z9-35，Z10-25を拡大したものです．３つの足跡のいずれにも４番目の指の蹄のへりに非常に僅かですがくぼみが見られ，さらに５番目の指の輪郭がぽこっと横に飛び出しています．この膨らみは，ほかの足跡に比べるとたいへん異常で，この足跡以外には見られません．このことから，行跡２のゾウは，右後足の外側に何か重大なけがをしたのではないか，そういことが考えられるわけです．

このゾウの歩き方を行跡図で見ますと，Z9-12のときの右後足はものすごく内側を向いていて，その角度は30度以上もあります．それがZ9-35になると内側への向きが20度ぐらいになり，Z10-25では10度ぐらいになって，だんだんに前方を向いてくる．そういうことが一連の足跡から分かります．

それと同時に歩幅を見ます．そうすると，右から左への歩幅と左から右への歩幅を比べると，必ず前者が小さい．Z9-12からZ9-18の107㎝に対して，Z9-18からZ9-35は134㎝．その次は121㎝に対して157㎝です．このように左右の足が非常にアンバランスな動きをしています．

そして歩幅がだんだんに広がっています．これは，だんだん速く歩いたということです．つまり，速く歩くにつれて足の向きが少しづつ前向きになっているわけで，これは，速く歩こうとするために無理をして足を前へ向けて歩いた，そのように読み取れます．

行跡２のゾウは，以上のように際立った特徴をもっています．第11次の際に調査したのはさきの図に見たようにごく狭い範囲ですが，粉アズキ火山灰層を追いかけていって，ほかの場所からいろんな足跡が出てきた場合でも，この行跡２のゾウだけはおそらく個体識別できるだろう．それで，愛称までつけてしまいました(笑)．なお前述の方法でこのゾウの歩いた速度を計算しますと，最初が0.9m/sで，最後はそのほぼ倍の1.8m/sに加速したという値が出ています．

《ヤベオオツノシカの足跡》

ナウマンゾウの足跡については，だいたい以上のとおりで，再び図4・17の分布図に戻っていろいろな凹みの状態を見てみます．この図で，丸い恰好をした凹みのほとんどはナウマンゾウの足跡だろうと思いますが，それ以外に小さな凹みがたくさんあります．そのうち，大型偶蹄類(ヤベオオツノシカ)の足印またはその可能性のあるものについては，図に示してあります．その中でも，グリッドZ10の１番と２番，あるいはグリッドZ9の５番と６番のように，足袋の前半分のような恰好をした凹みは，間違いなくヤベオオツノシカの足跡だろうと思います．これについての詳しい調査は行っていないのでまだ断定はできませんが，凹みの形からはそのように判断できるわけです．

いずれにしても，この場所にはヤベオオツノシカの足跡と同じような大きさの凹みがたくさんありまして，ナウマンゾウよりは少し少ない程度の数がみられます．野尻湖で見つかる骨の化石はナウマンゾウが非常に多くて，次いでヤベオオツノシカが多いわけです．そのほかにはニホンジカやヒグマなど，足跡の残りそうな大きな動物もいるのですが，これ

図4･18－ナウマンゾウの行跡図

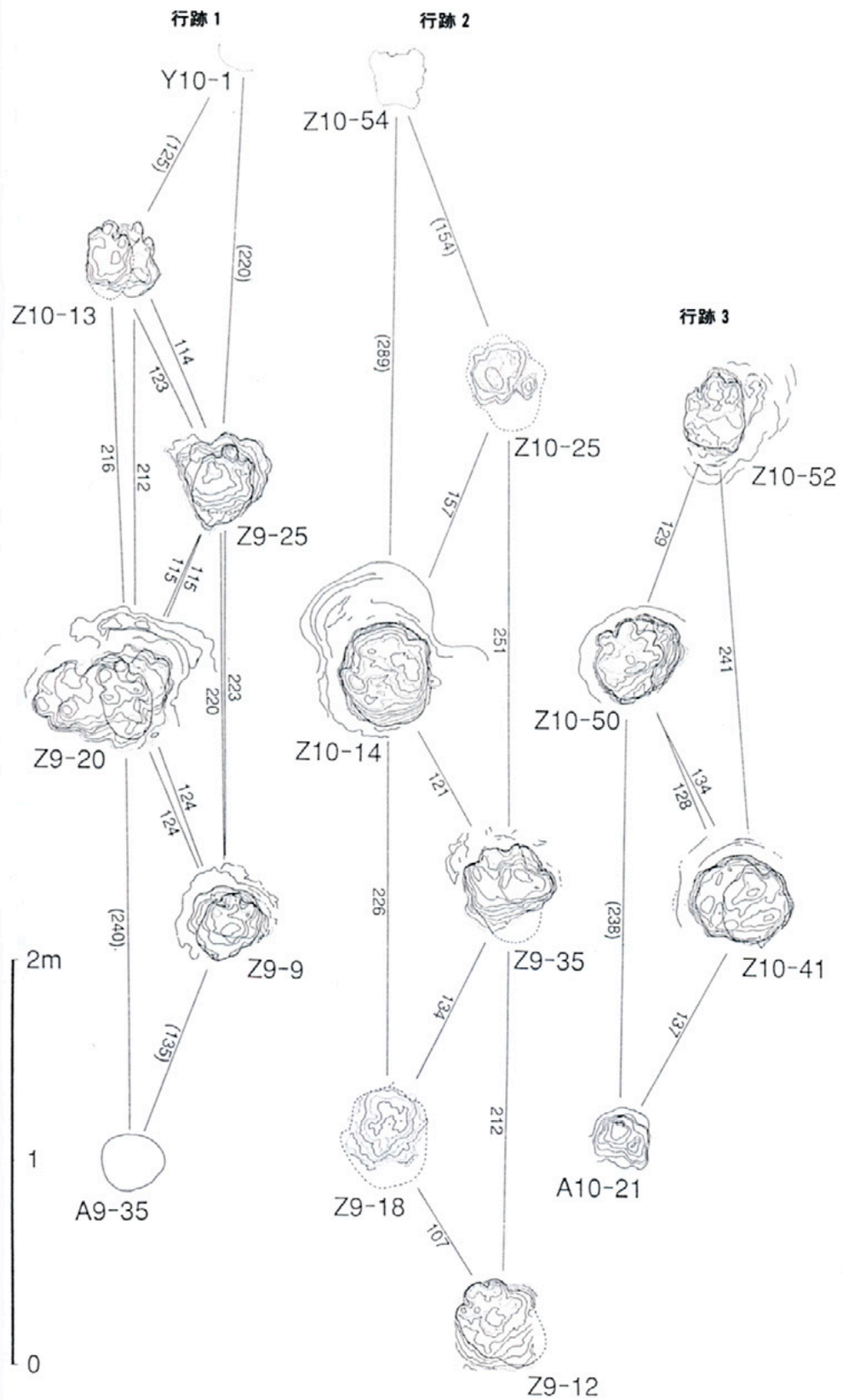


図4･19－行跡１の足印平面図(Ｚ9-25)

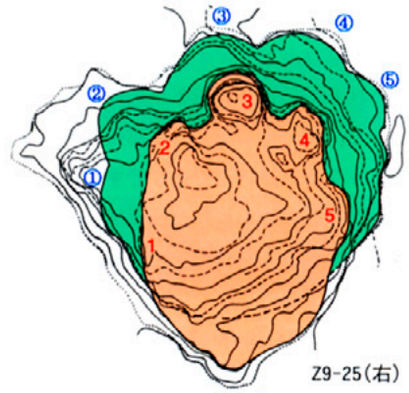
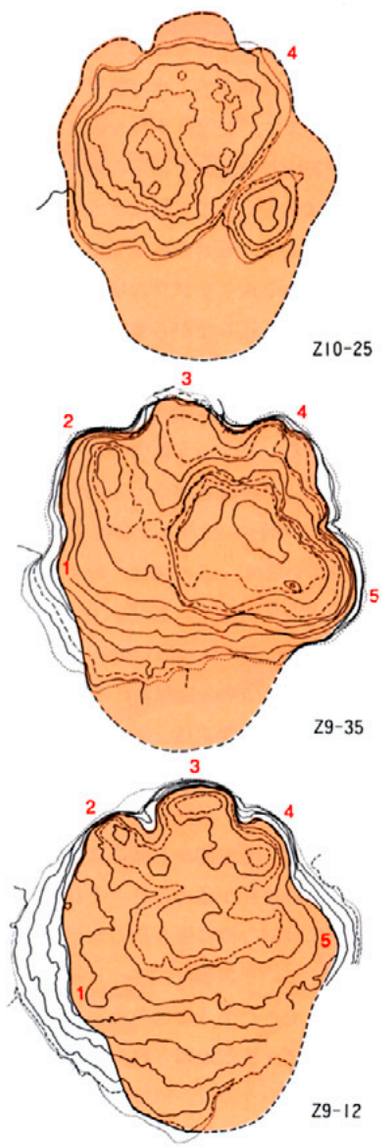


図4･20－行跡２の足印平面図(右後足)



らの動物は，今までのところ足跡の方にも出てきません．ですから野尻湖の周辺には，ナウマンゾウとヤベオオツノシカはたくさんいたけれども，ほかの大きな動物はあまりいなかった．骨の化石からも足跡化石からも，そのようなことがいえるようです．

《足跡化石がつくられた古環境》

編集　ナウマンゾウの足跡の場合，凹みの深さはどのくらいなんですか．

樽野　Z9-25の場合は10cmですが，深いのは15cmぐらいのがあります．ただし，この地層は上の方は削られていますから，凹みができた当初はもっと深かった．

編集　湿地のようなところですか．

樽野　当時の湖岸で，水はひたひただったと考えています．ただ，ナウマンゾウの足跡の直径が40cmとか50cmということからしますと，20cmや30cmもぐっても別にどうということはないでしょう．最近の調査では，足跡の直径が60cmもある大きなゾウの場合，50cmや60cmは平気でめり込みながら歩いていますし，また足の直径が30cmぐらいの小さなゾウの場合でも，20cmを超える深さまでめり込みながら歩いている．そういう報告があります．

野尻湖で，足跡化石がつくられた当時の古地形は，ほぼ図4・21のような姿であったと考えられています．この図は，粉アズキ火山灰層上面の高度分布で，粉アズキ層は標高655m以下の湖心側の発掘地に分布し，ドライカレー火山灰層に整合に覆われます．標高655mより高所の湖岸側では，主として下部ⅢA層や下部ⅢB層に削剥され分布しない方が多くなります．

図を見ると，陸地側から湖心に向かういくつかの浅い谷地形が認められ，それらの谷の延長線上には湖心側に張り出した平坦部がみられます．この平坦部は，谷から湖に注ぐ流路の出口にできた小さな三角州と考えられますが，粉アズキ層が堆積し終わった頃の発掘地の微地形というのは，ほぼこうした状況であったと思われます．

粉アズキ層には，沈水植物の遺体がたくさん含まれ，タニシ類やカワニナなどの巻貝の化石も多く含まれます．ですから，粉アズキ層を堆積した水域は，水面を浮葉植物などでおおわれていない浅い水域で，長い時間をかけて堆積したもので，上述の小三角州も，沈水三角州だったのでしょう．

一方，粉アズキ層上面には，前述した足跡化石の調査地以外にも，幅が20～70cm，深さが12cmぐらいまでの凹みが数多くみられます．そしてこの凹みは，すべてドライカレー層で充填されています．図4・21には，これら凹みの主要な３つのタイプをスケッチで示し，変形の程度の低い方から(a),(b),(c)に分類してあります．図で，これら３タイプの分布状況をみますと，概して標高の低い地域の凹みほど変形の程度が高く，標高の高い地域の凹みほど変形の程度が低い傾向が見られます．足跡化石の調査地は，このような凹みの全体的な分布傾向からみて，当時の湖岸線のごく近くであったと考えられます．

足跡化石の調査地では，凹みを埋積しているドライカレー層には植物遺体の細かな破片からなる葉理がみられ，これが流水中で堆積したことが分かりました．ですから，粉アズキ層堆積期の終わり頃から湖水面は低下していき，現在の陸域に近い側から干上がっていったのでしょう．このような状況のもとで，ナウマンゾウの足印は，湖岸線近くのまだ干上っていない，水がひたひたしている場所で残されたのだと思います．

ところで，凹みを充填しているドライカレー層は，層相によって下位からA層，B層，C層，D層に区分されます．図4・22は，これらの各層が，足跡化石の凹みをどのように埋積しているかを示したものです．ここでは，行跡１のケースを中心に話を進めます．

行跡１のY10-1とZ10-13の凹みは,図に示されているように，凹みの中の粉アズキ層上面に層厚5～10mmの薄いB層が凹みにそって分布し，その上位にD層が重なっています．B層には葉理は観察されません．

図には示してありませんが，行跡１のZ9-25もこれと同じ埋積状態です．ただ注目されるのは，この凹みのD層には下位のA層に由来する偽礫が含まれており，これが，下位の地層から再堆積したものであることが分かります．またZ9-20およびZ9-9では，B層は不明瞭で，D層のみが凹みを埋めています．つまり行跡１の足跡の凹みを最初に埋積したのは，これらの凹みのすべてに共通して分布するD層であったということです．

以上から，行跡１の足跡の凹みがつけられたのは，ドライカレーB層が堆積した後，D層の堆積する直前までの時期ということになります．つまり，行跡１の粉アズキ層上面で発見され掘り出された足跡，少なくともZ9-25・Z10-13・Y10-1の足跡は，層厚の非常に薄いドライカレーB層の上面から踏み込まれ，この薄層を通して粉アズキ層上面に刻印されたということが分かります．

このように，調査地にみられる足跡の凹みには，多くの場合，ドライカレーA～Cの各層のいずれかが凹みにそって，凹みの底に薄く分布し，これらの薄層を通して粉アズキ層上面に足の形が印されております．

約43,000年前に，野尻湖畔を動きまわっていたナウマンゾウの足跡が，その個体まで識別できるような形で地層中に印され，その形がよく保存されたのは，粉アズキ層やドライカレー層の物性によることがきわめて大きいのですが，それと同時にいま述べたように，薄い皮膜を通してこれが印されたという条件が加わったために，その形がよくカバーされ，きれいな形のままに残されたのだろうと思います．

図 4·21－〔粉アズキ〕層上面の等高線図と凹みの分布

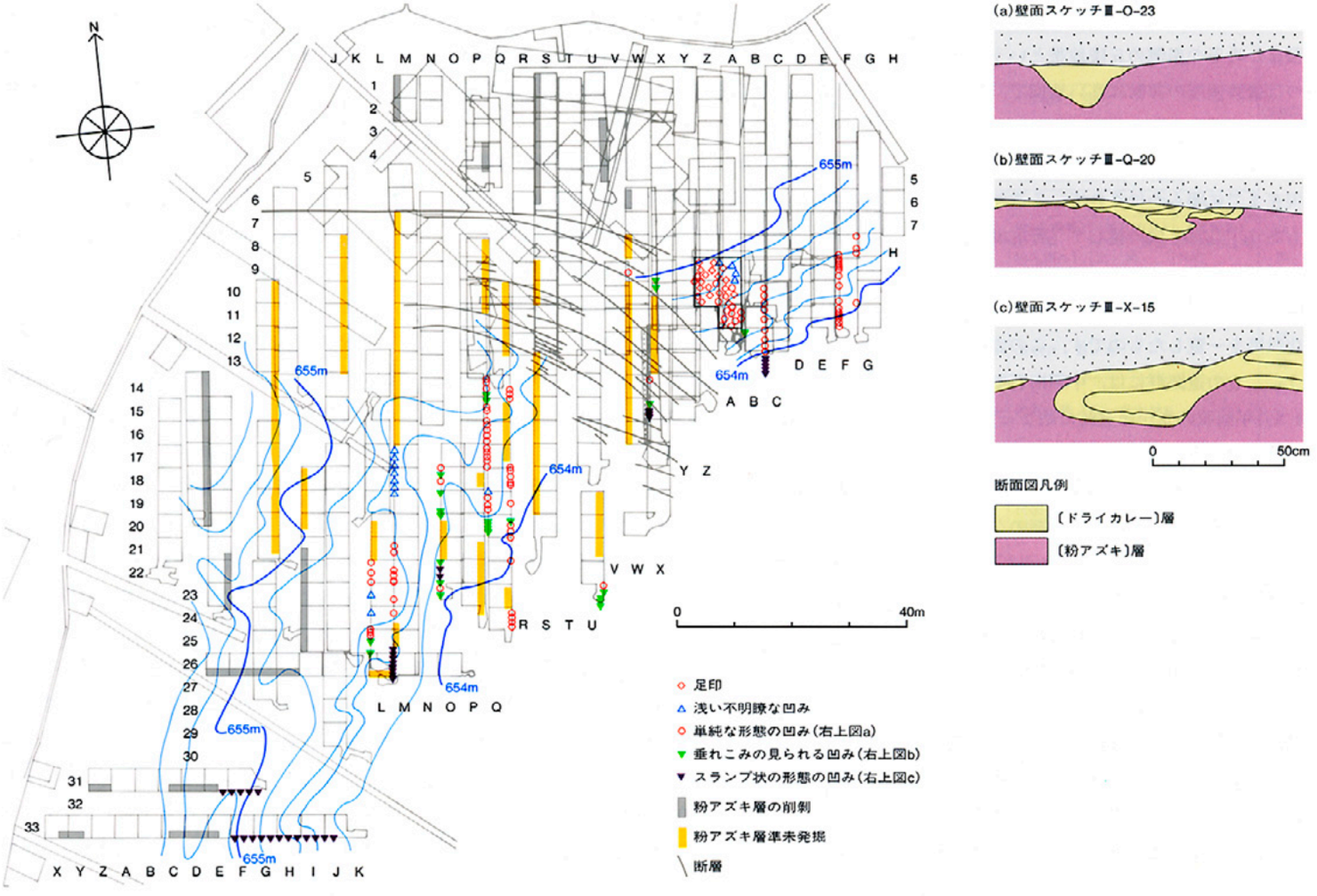
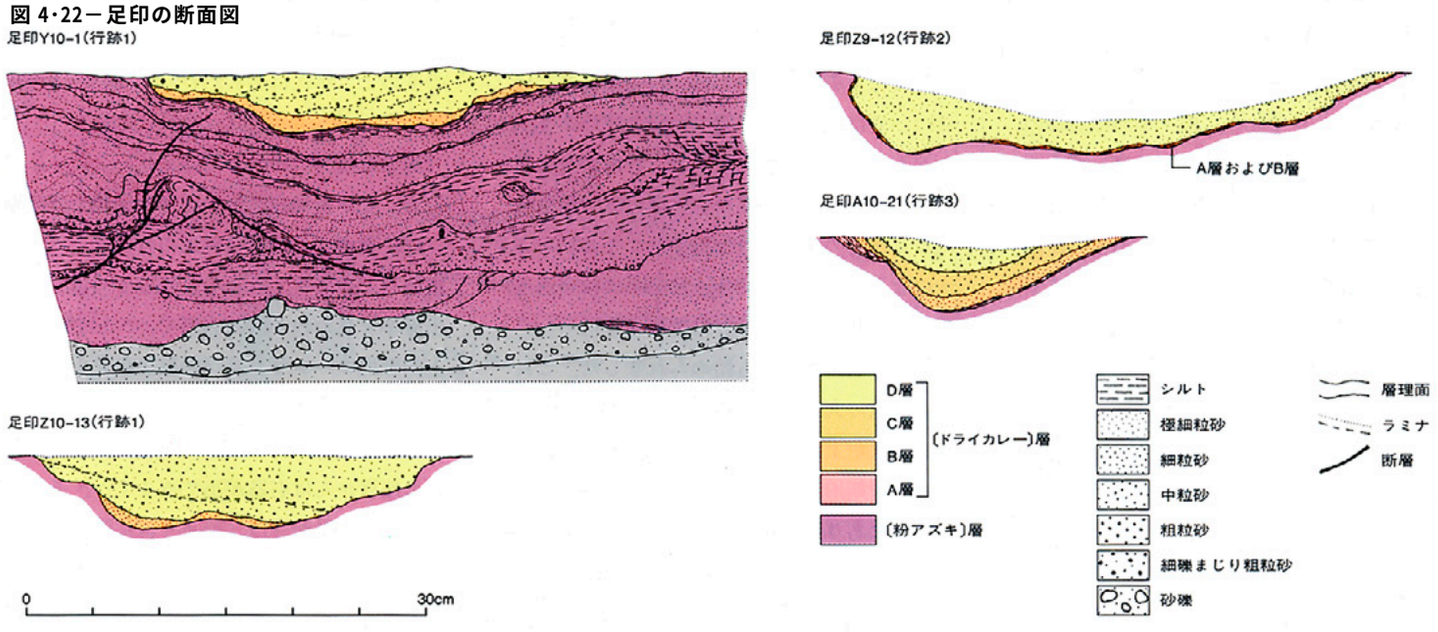



図 4·22－足印の断面図