

## 新潟地域の地盤災害に関する研究の現状と展望

高濱信行\*・卜部厚志\*・片岡香子\*

### Recent state and future subjects in geohazard of Niigata area

by

Nobuyuki TAKAHAMA\*, Atsushi URABE and Kyoko KATAOKA\*

本学の位置する新潟地域は、北部フォッサマグナに位置し第三紀から第四紀にかけての地殻変動が活発な地域である。このような地域において、自然災害をもたらす地質現象(地震、液状化、地すべりなど)の履歴・変遷の解明は、災害ポテンシャルの現状分析と近い将来予測の基礎資料となる重要な検討課題である。

#### これまでの研究課題

これまで積雪地域災害研究センターでは、広義の地盤災害に対して、以下の4つの課題をかかげて研究を進めてきた。それぞれについて研究の目的や成果の概要について述べる。

#### 丘陵・山地部の活構造運動

##### —河成段丘形成運動とブロック隆起運動—

#### 研究目的

新潟地域の丘陵部や山地部の河川には多くの河成段丘が発達している。この課題は、丘陵・山地部の隆起・沈降運動の解析をこれら河成段丘の変動量を用いて行うもので、河成段丘の形成過程の検討も含めて従来の検討手法によらない新しい解析方法である。

これまで河成段丘の形成は、氷河性海面変化による侵食基準面の直接的変化あるいは古気候の変化による影響に基本的に支配されたとみられてきた。しかし少なくとも侵食段丘については、これらの影響は副次的なものにすぎず、河成侵食段丘の形成が丘陵・山地部の活断層に境されたブロック(変動単位)隆起運動によるもので、第四紀末期の丘陵・山地部の活発な隆起運動が内陸部の段丘形成を基本的に支配したとみるものである。

これは、河成(侵食)段丘の形成過程の解明をもとに第四紀末期の内陸部の活構造運動史が復元でき、活断層の推定・活動時期等の変動履歴をはじめ、地域・広域的な変動形態また変動量の解析の見通しがえられ、内陸地震の発生に関する多くの問題に貢献できる可能性をもつ。

#### 研究成果の概要

日本列島で有数の活構造地帯として知られる信濃川中流域において、火山灰層序・遺跡を時間軸として段丘面の対比を行っ

た結果、信濃川地域の侵食段丘群は、活断層を境とするブロック(変動単位)の隆起によって形成されたことが明らかとなった。この結果、段丘を境するリニアメントや段丘崖が伏在活断層であることを立証することが可能となった。また、段丘面形成後の比高差は、その時点までの侵食量であり、隆起量に相当することが明ら

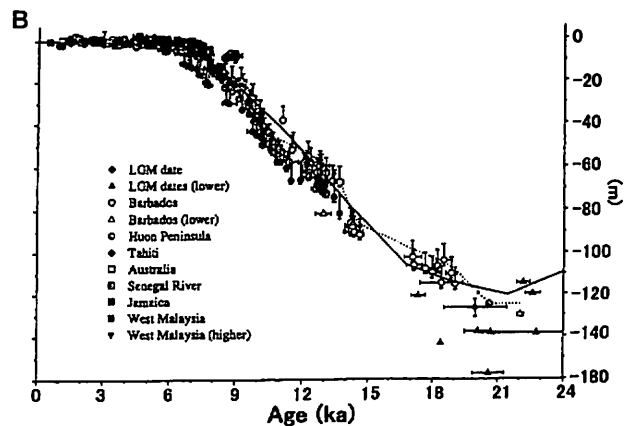
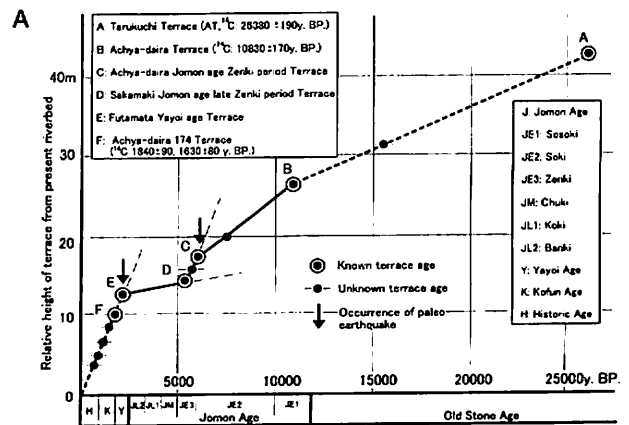


図-1

A: 三面川、奥三面における河成侵食段丘面の形成年代と比高の関係(=侵食の経過)

B: 最終氷期・最大海面低下期以降の海面変化曲線(Fleming et al., 1998)

この2つの図から、奥三面では第四紀末期の最終氷期最大海面低下期後の海面上昇期と約6000年前～現在の海面安定期に活発な河成侵食段丘の形成が進行した。すなわち、奥三面では第四紀末期の氷河性海面変動の影響をうけずに、断続的な隆起運動によって河成侵食段丘が形成されたことをよみとることができる(高濱ほか, 2000)。

\* 新潟大学積雪地域災害研究センター

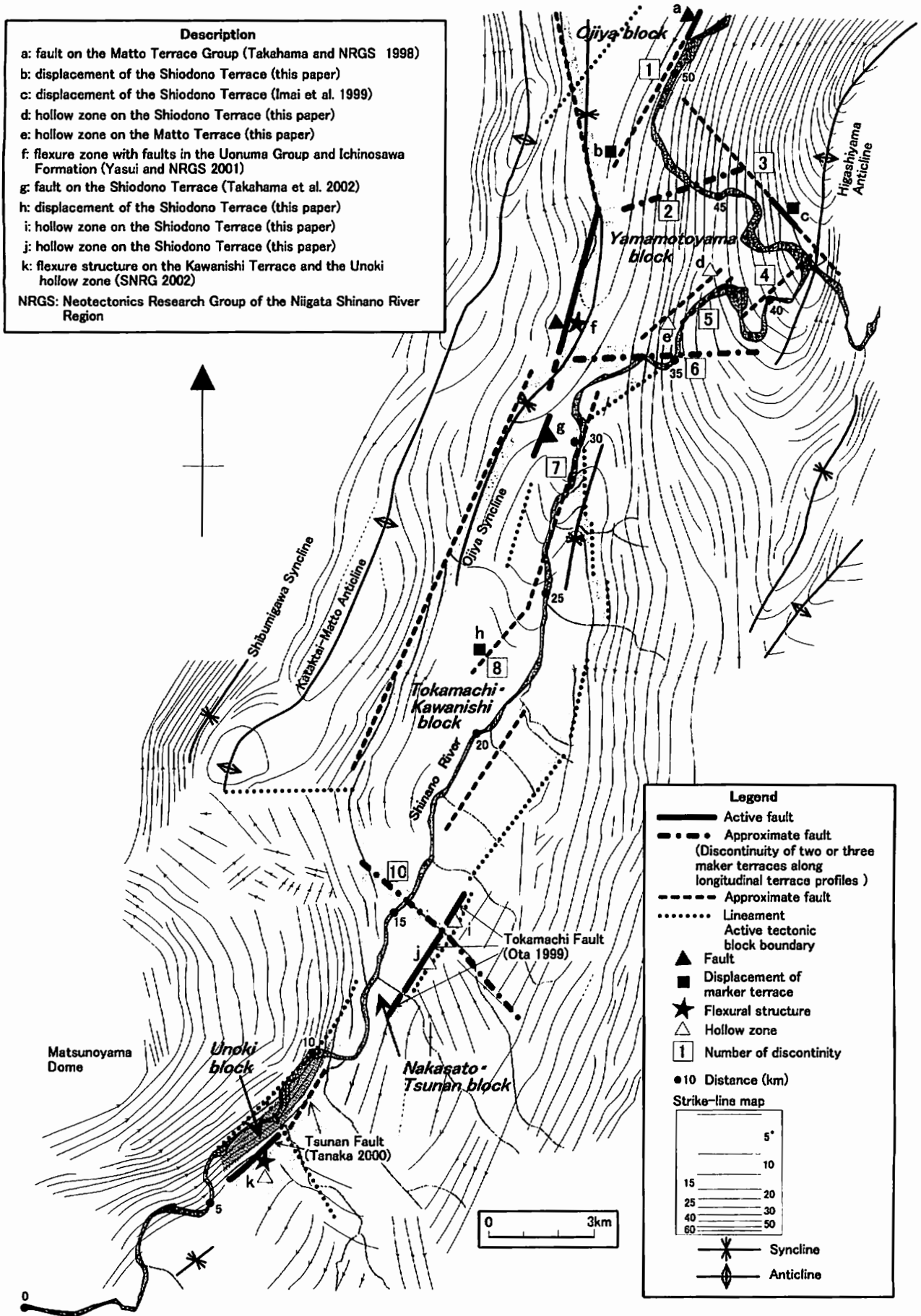


図-2 信濃川中流域における河成段丘の解析からみた変動単位(信濃川ネオテクトニクス団体研究グループ、2003b)。

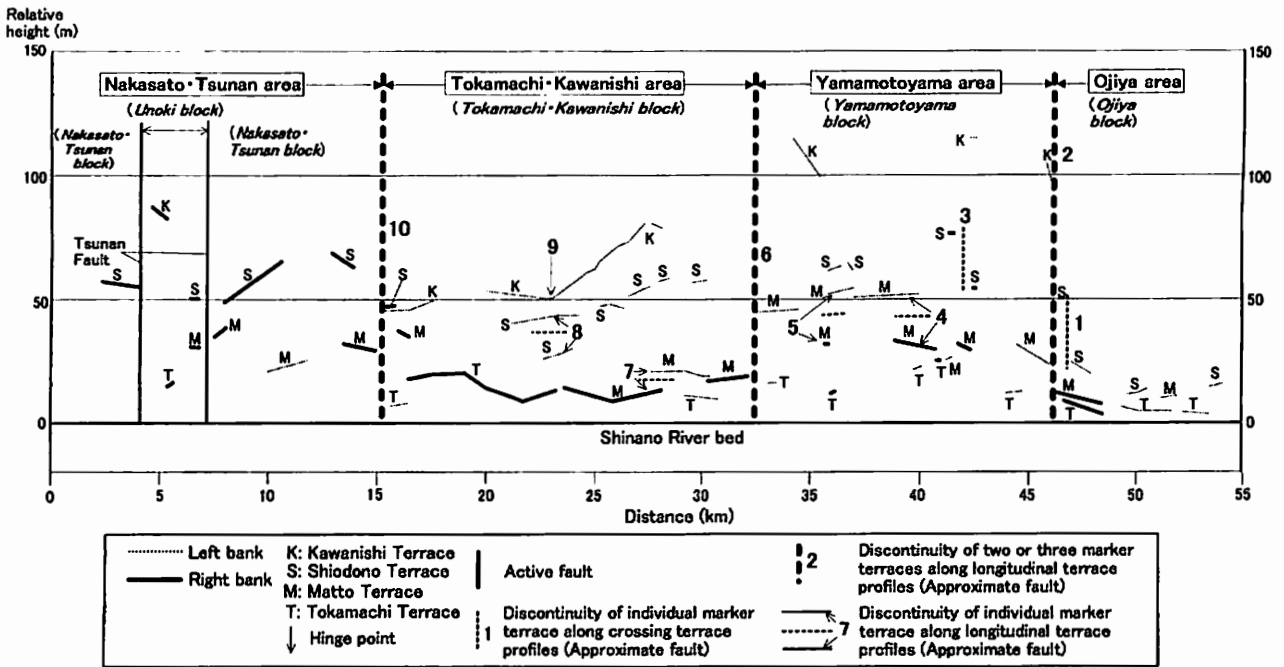


図-3 信濃川中流域における河成段丘の変動(信濃川ネオテクトニクス団体研究グループ, 2003b).

かになり、これからブロックごとの隆起速度、運動形態が異なる部分ことが明らかとなった。この隆起運動の単位は、1つの活断層系の中のセグメントに相当し、これまで地形学的検討やトレンチ調査によって行われてきた活断層の調査に対して新たな検討方法を提起するものである(信濃川ネオテクトニクス団体研究グループ, 2002, 2003a, 2003b)。

さらに、これまででは、第四紀におこる変動は「等速度で進行する」という見解が支配的で、断層の将来の活動予測も等速度運動が前提とされている。これらの河成段丘を用いた検討方法は、このような見方に基本的な問題提起をするものであると考えられる。

本テーマで、現在調査中のものをふくめ、三面川上流部(図-1)、信濃川(図-2, 3)とその支流五十嵐川・刈谷田川・加茂川(Choi et al., 2000)、魚野川支流破間川(Choi et al., 2002)、阿賀野川支流常浪川、加治川、胎内川、利根川支流碓氷川・秋間川・烏川などの調査にとり組み、変動量・運動形態をやや広域に比較検討を行ってきた。

信濃川中流域では河成段丘の形成史をもとに、過去約10～5万年間は隆起運動の「静穏期」その後の約5万年間は「活動期」である、との見方が渡辺(2003)によって提示された。これも上記の「第四紀変動等速説」の検証にあたって基本的な問題提起で、今後さらに詳しくその実態を解明する必要がある。

また、過去約5万年間の「活動期」の中にもいくつかの「活動期・静穏期」が識別でき、それがブロックによって異なることも明らかになりつつある。とくに、過去約1万年間の完新世については、現在に直結する時代でもあることから解析の精度をあげる必要があり、時間精度を上げるために火山灰層序などの詳細な検討を進めている。

### 越後平野の形成史—海面変化と地殻変動—

#### 研究目的

越後平野は日本列島有数の海岸部沖積平野の1つで、新潟

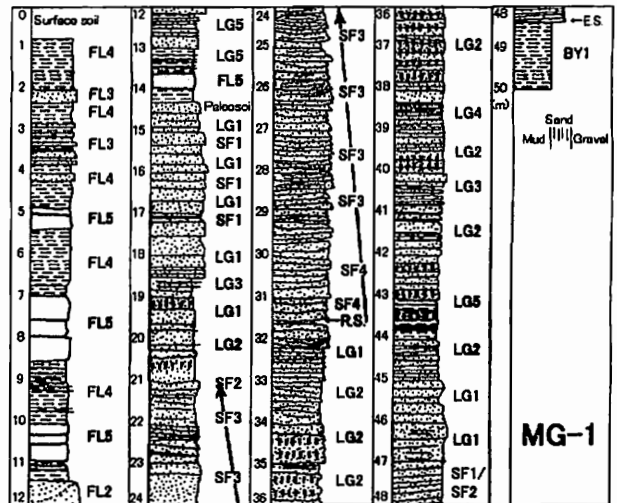


図-4 越後平野に埋没した砂丘列のボーリング調査(Urabe et al., 2004)。

地域の生活・生産の中心を占めている。この平野の形成史を明らかにすることは、平野での地盤災害・環境問題を検討するうえでの意義も大きい。越後平野の沖積層は世界的にも約140mの層厚を有し、従来はこのすべてを海水準の上昇で堆積したものとしてきたが、最近の調査では堆積盆地としての活発な沈降と、海水準変動による相対的海水準変動によるものであると考えられる。ここでは、相対的海水準変動による平野の形成という観点で、地震性地殻変動による沈降と堆積システムの変遷を解析し、平野の形成における変動の履歴を解析することを目的とする。

#### 研究成果の概要

・地下20mに埋もれた5000年前の旧地表面の発見

新潟市味方(旧西蒲原郡味方村)、新潟市東部通船川北岸地域で実施したオールコアボーリングの解析をもとに、縄文時代・約5000年前頃の旧地表面、あるいは水面付近で堆積したピート層が地下20m前後に埋没していることが明らかになった。この時代は縄文海進ピーク後の安定期で海水準は現在とほぼ同様と考え

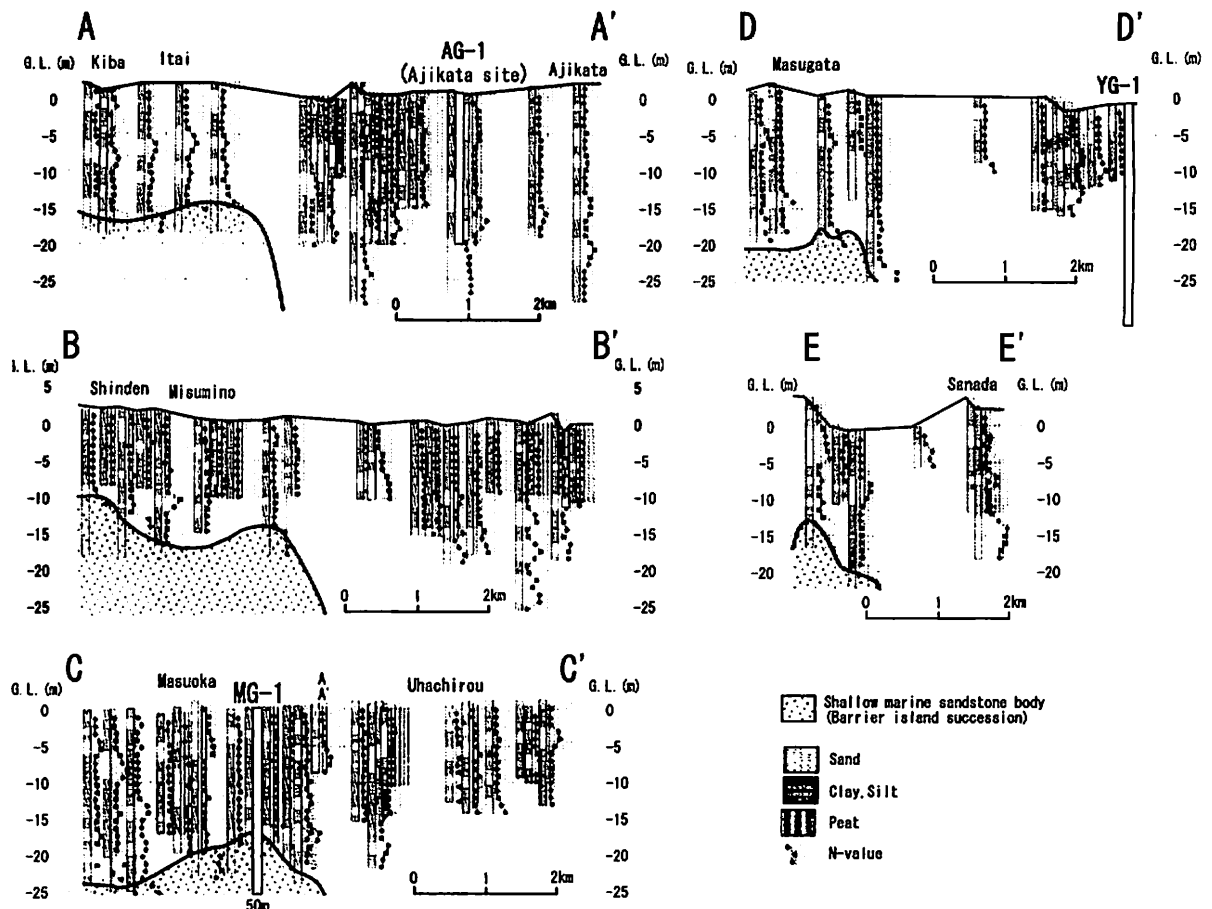
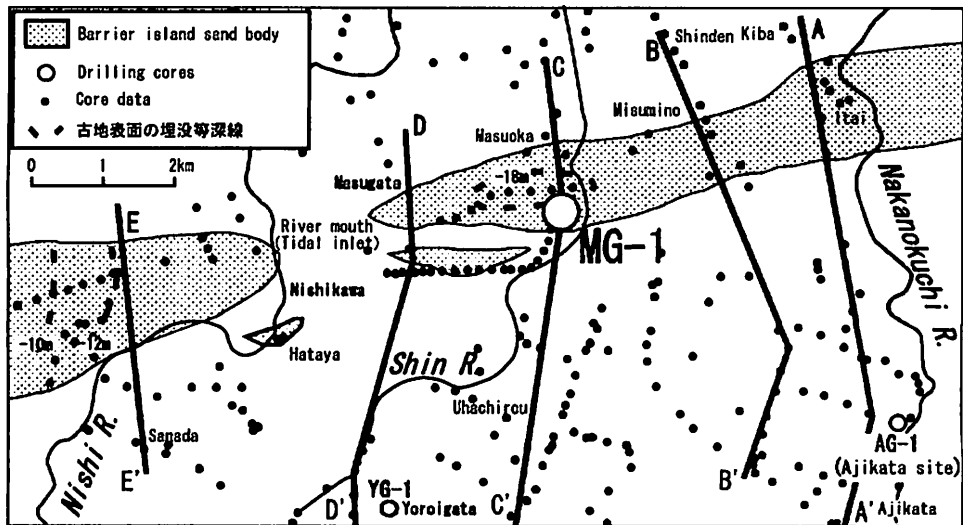


図-5 越後平野に埋没した砂丘列(西蒲原地域: 新砂丘 I 相当)の分布(Urabe et al., 2004)。

られているため、この古地表面の埋没は、海水準の変化ではなく、この地域の約5000年間の沈降を意味している。また、この発見は、この課題の開始経緯として重要な意義をもっている(卜部ほか, 1999; 高濱ほか, 2000)。

・紫雲寺潟湖底の縄文遺跡

1999年に新潟県埋蔵文化財調査事業団によって、越後平野北部・旧紫雲寺潟湖底から縄文時代晩期・約2500年前頃の住居跡をとまう「青田遺跡」が発見された。これは、これまで紫雲寺潟・福島潟・鏡潟をはじめ越後平野に多く存在した湖(そのほとんどが近現代に排水平拓)は、かつて広大な潟・湖であった越

後平野が徐々に埋めたてられた過程で最後まで残った水域部分と考えられてきた場所が、一度陸地となり、再び水域に変化したことを意味している。考古学的検討から、紫雲寺潟は9世紀に誕生したことが解明されたが、周辺地域の地質調査とボーリング調査により、9世紀の紫雲寺潟の誕生が地震をとまう沈降運動によることことが明らかとなった(高濱・卜部, 2002a)。また、地震による相対的な平野の沈降と水域の拡大(潟湖化)は、平野の伏在断層の活動による地震災害の新たな一面を提起したものであり、越後平野のような海拔の低い沖積低地では、重大な冠水被害をもたらす問題である。

#### ・地下に埋もれた「砂丘列」

越後平野は、約70kmの海岸線に沿って3群に区分される砂丘列が分布する。この砂丘列は、形成当時は沿岸流に沿った弧状の形態をしめしていたものと考えられるが、現在の平野中央部では、現在の海岸線沿いの砂丘列を除いて分布していない。これらの砂丘列は、平野部の沈降により埋没したものと推定されてきたが実態は明らかでなかった。そこで、平野部の既存ボーリング資料を整理した砂丘列の分布と埋没深度を検討した結果、地下に埋没した複数の弧状の砂堆の分布を明らかにした。このうち一番内陸側の砂堆について、オールコアボーリングを実施して堆積相解析を行った結果、砂堆はバリアー島システムの堆積システムを有することが明らかとなり、地下約20mに埋没した砂丘列(バリアー)であることを確認した(図-4; 卜部・高濱, 2002)。この成果は、平野研究史の中ではじめての成果である(図-5)。

#### ・縄文海進以降の沖積層に認められる相対的海水準変動

平野中央部の白根地域では、安井ほか(2000)による珪藻化石群集の解析から、縄文海進以降に2層準の海進による汽水成堆積物が報告されている。これに着目して、白根地域を含めて、より内陸側と海側に位置する地域においてオールコアボーリングを実施し、堆積相の記載とあわせて珪藻化石群集の解析をおこなった。この結果、より海側の地域では、安井ほかの指摘する層準の海進を確認するとともに、さらに数回の海進による汽水成堆積物を確認した。これらの複数回の相対的な海進の要因としては、平野中央部の断続的な沈降運動によるものであると考えられる(Urabe et al., 2004; Yabe et al., 2004)。

#### ・平野にみられる2つの堆積システムとシステムの移動

前述したように平野中央部では、縄文海進に伴う砂丘列(新砂丘Ⅰ)が埋没している。また、ボーリング資・試料からより海側にもバリアー・ラグーンシステムが存在し、相対的な海進と海退を繰り返しながら、全体としてはバリアー・ラグーンシステムによって平野が埋積されていることが明らかになった。この地域では相対的に沈降が卓越することによって、システムが埋没し海的作用によるバリアー・ラグーンシステムが存在している。

一方、新潟市東部でボーリングを行い堆積相の解析を行った結果、縄文海進後の比較的早い時期に、すでにデルタシステムによる河川成堆積物が現在の海岸線である新砂丘Ⅲの位置まで前進し平野を埋積していることが明らかとなった。その後、デルタシステムの後退に伴い、極浅い海が新砂丘Ⅱの位置まで海進して(海岸線が後退し)砂丘列を形成し、再度その浅海システムが前進して約2500年前にはすでに現在の位置まで海岸線が前進したものと考えられる(高濱・卜部, 2002b)。

平野全体としてみると、縄文海進時は初期のバリアー・ラグーンシステムが砂丘列を形成した後、沈降が卓越する西蒲原地域では同様のシステムが累積しながら前進しているが、新潟市街周辺では、デルタシステムが突出して前進し平野を埋積している。両地域でのシステムの違いは、相対的な沈降が卓越するか否かに起因している問題であると考えられる。また、両地域で共通した現象としては、西蒲原ではバリアーシステム、新潟市街ではデルタシステムの一時的な後退に伴う浅海の侵入というように、一方的にそれぞれのシステムが前進するのではなく、一時的に後退する特徴がある。これは、越後平野がほぼ埋積されて浅海や低地

が広がったことにより、海水準変動や活断層による沈降運動の影響を受け、システムが前進—後退を引き起こしやすいものと考えられる。

#### ・浅層反射法弾性波探査による伏在断層の調査

現有する弾性波探査システムをもちいて、平野部等の伏在断層の分布と地下構造を解析している。現在は、従来の反射法弾性波探査よりも浅層部(50m以浅)の地下構造を把握することを目的として、手法の開発と事例研究をおこなっている。特に発振・受振点間隔を1—2mとした浅層反射法弾性波探査の手法の開発と地盤状況に応じた実施・解析方法の検討、測線の状況に応じたシステム展開方法の開発、P波とS波を用いた比較検討等を行っている(渡部ほか, 2000)。

平野の沖積層に記録されている相対的な海水準変動とこれに密接に関連した堆積システムの変化をさらに検討していく必要がある。この過程のなかで、オールコアボーリングによる堆積相の解析は非常に重要であり、従来のコアの記載の層相区分による層序と堆積環境の変遷を大幅に刷新することができるものと考えられる。また、コアの解析については、火山灰層による時間尺度や同時間面の設定、珪藻化石群集の解析や有機炭素量・硫黄量の変化等の解析を行い堆積物から得られる情報を総合的に利用するとともに、堆積システムの移動や沈降を視野にいれた活断層の分布や活動履歴等を弾性波探査、精密重力探査により解明するなど、沖積層を取り巻く事象を総合的に解析することが可能である。

### 新潟地域の第四紀末期の変動の時空間分布の解明

#### 研究目的

新潟地域の内陸部の河成段丘と越後平野をはじめとする沖積低地部の活構造運動の解明にあたって、広域にわたる高精度の時間面の識別に対する火山灰層序は有効である。しかし、沖積低地では広域テフラを含めこれまでの報告はきわめて少ない状況にあった。近年、新潟地域では、第四紀末期の広く知られた広域テフラのほかにも、遺跡での層序関係から降灰時期がほぼ特定できるものを含め多数の火山灰が存在することが明らかになってきた。高精度時間面として有効なテフラを1枚でも多く識別することは重要な課題である。

また、液状化の認定は、地震にともなう地殻変動の時間・空間的分布を把握するために有効である。しかし、これまで歴史時代を含む古い液状化の認定事例はごくかぎられていた。考古・歴史時代以後の地層に記録された液状化構造の確認事例を可能な限り増やすことによって、その時間・空間分布を解明し、活構造運動の解明と将来の液状化災害の軽減に役立てることを目的とする。

#### 研究成果の概要

##### ・火山灰層序

これまで、新潟地域の平野部(沖積層)や丘陵部(河成段丘)の完新統では、火山灰層がまったく報告されていなかった。この時代の火山灰層の同定と対比は、沖積層の層序や変動、河成段丘の編年と変位の解析等に非常に重要である。これについて、沖積層ではボーリング試料や遺跡発掘地、河成段丘では黒土層に含まれる火山灰層を検討した結果、多くの火山灰層が含まれることが明らかとなった。

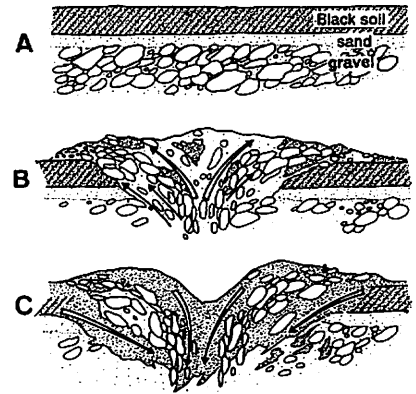


図-6 小千谷市・三仏生遺跡における液状化にともなう段丘礫の噴出と黒土の引込み(写真)。  
形成過程復原図 A: 地震前, B: 地震時・砂礫の噴出, C: 地震直後・黒土の引込み

このうち、約5000年前頃に噴出した福島県沼沢カルデラの降下火山灰が越後平野北部の多くの地域の沖積層中で確認されたこと。またこの「直下(わずか前)」に浅間山起源のAs-Ut(新称)が越後平野南部から信濃川・魚野川流域に広く確認できたことは、遺跡における考古データとも整合するもので、地域の考古学に大きく寄与するのみならず、新潟地域の完新統に明確な時間軸を設定できた意義が大きいと思われる。

また、沖積地の遺跡で縄文後晩期、弥生時代、古墳時代、奈良・平安時代、中世などの層準から、火山灰が確認され、現時点でこれらの給源火山は不明であるが、遺跡で時代が特定された火山灰は鍵層として、近接する地域間での対比には用いることが可能である。

#### ・液状化

これまでは「液状化(現象)=噴砂脈(噴砂現象)」とみられる傾向にあったが、引きこみ現象の発見(Takahama et al., 2000)がきっかけとなって、新潟地域の沖積低地の遺跡、また河成段丘の堆積物で、広い範囲でさまざまな時代の多数の液状化構造が確認されている(図-6;高濱ほか, 2001)。遺跡での解析では、越後平野のほぼ全域で9世紀前後に複数回の液状化がみられ、この時代が大きな地震が集中的に発生した「変動期」と識別できる可能性がでてきた。前述の紫雲寺渦の誕生この時代の変動の一部である。また紫雲寺地域では、縄文時代晩期の約2500年前に液状化現象の集中発生期がみられる。

また、新潟堆積盆地の東縁を画する新発田-小出構造線は第1級の活断層帯であるが、第四紀末期の活動史については不明の点が多い。ほぼこの構造線(帯)沿いで、沖積地・土石流扇状地での遺跡層序をもとに、①9世紀以後-11世紀以前、②約3600年前、③約4000年前、④約5000年前の計4層準の液状化構造が識別できた。これは新発田-小出構造線の最近の活動履歴を検討する上で貴重なデータとみられる。

地震災害予測については、発生のある活断層の検討と同時に、その被害を受ける地域として液状化の被害履歴の問題の総合的な検討が課題とみられる。1995年の阪神・淡路大震災以後、積極的に進められてきた活断層の調査研究にくらべて、液状化跡を使った3次元的な解析手法による取り組みが弱いようにみえる。とくに歴史時代の越後平野では、大規模な地震活動の古文書的な記録が乏しく、液状化の時間・空間的分布によって歴史時代から完新世の地震活動の解明を一層進める必要がある。

#### マスマーブメント(地すべり, 土石流)履歴の解明と災害対策研究目的

新潟は全国でも有数の土砂災害多発地域でもある。地すべり、土石流などのマスマーブメントは山地・丘陵での侵食・運搬現象で、ごく一般的な地質現象でもある。マスマーブメントは同じ地域で同じ現象がくりかえし発生する「反復性」が強く、地すべり・土石流などの履歴の解明は今後の災害対策にあたっての重要な基礎課題である。地すべりは新潟地域を中心に各地の地すべりを調査・検討し、土石流については新潟平野東方の五頭山地を模式として、風化花崗岩山地における土石流発生の歴史を明らかにし、その成因と災害対策の問題を検討することを目的とした。

#### 研究成果の概要

##### ・巨大地すべりの認定

現在の地すべり活動のほとんどが、古いより大きな地すべりの一部が再活動したものであることは、日本のオリジナルな見方である。この視点で古い大規模地すべりの実体を明らかにすることは、地すべり災害対策にあたって基礎的課題であり、新潟をはじめ各地で面積km規模、深度100m規模の体積 $10^6\text{m}^3$ 巨大地すべりが多数存在することが確認できた。

巨大地すべりには、現在活動中あるいは過去約50年間に活動したものと、現在は活動を休止あるいは停止したとみられるものに分けられる。前者を「活巨大地すべり」、後者を「休・死巨大地すべり」とよんでいる。現実には「休・死巨大地すべり」が圧倒的に多い。

活巨大地すべりとしては、新潟の柵口・トチ山、松之山・水梨、東野名、大所、小滝川のヒスイ峡の地すべり、板倉地すべり、富山の胡桃・国見、内山地すべり、長野の落合地すべり、福島の滝坂地すべり、群馬の湯殿山地すべり、米国ロスアンジェルスPortguse Bend landslide, Big Rock Mesa landslide, ジャワ島のPangadegan landslideなどがあげられ、決して特殊な現象ではないことが明らかになった(大塚・高濱, 1998など)。

##### ・地すべり活動の階層性

古い巨大地すべりブロックの内部には、中・小規模の地すべりブロックが多数認められる。このような大・中・小の地すべりブロックの重なりは、地すべり活動の階層性、地すべり移動地塊の階層・多重構造としてとらえられるべきものである。巨大地すべりを親(地すべり)に例えると、その内部で発生する中・小規模の地すべりは、子供・孫(ひまご---)地すべりに例えられる。この地すべり活動の階層性は古い大規模地すべりに例外なく認められる

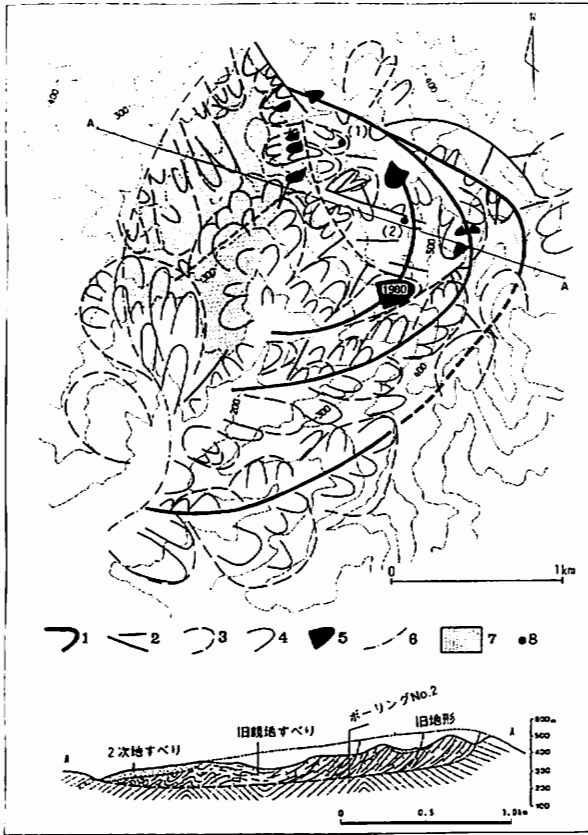


図-7 虫亀巨大地すべりと地すべり活動の階層性。  
 1: 親地すべり, 2: 子供地すべり, 3: 孫地すべり, 5: 現在の活動的地すべり, 6: 親地すべり末端部, 7: 親地すべり活動による圧縮域, 8: ボーリング地点。

	親(巨大)地すべり			
	初生的地すべり	子供地すべり	孫地すべり	
規模	面積 $>10^6 \text{ m}^2$ 深 $10^2 \text{ m}$ 体積 $>10^9 \text{ m}^3$ 主要亀裂長 $10^3 \text{ m}$	面積 $10^5-10^4 \text{ m}^2$ 深 $10^1 \text{ m}$ 体積 $10^7-10^6 \text{ m}^3$ 深 $10^2 \text{ m}$	面積 $10^4-10^2 \text{ m}^2$ 深 $10^1-10^0 \text{ m}$ 体積 $10^5-10^3 \text{ m}^3$ 深 $10^1-10^0 \text{ m}$	
構成物質	主としてブロック	ブロックと崩積土	主として崩積土	
発生時代	旧期	旧期, 現在	旧期, 現在	
備考	主要成因	要因 基盤地質構造, 岩質 山地のブロック隆起 誘因 地震	親地すべりの構造 河床下刻	親・子供すべりの構造, 岩質 河床下刻
	対策	防止工は困難 避難対策 予測が困難	防止工の限界 予測が検討課題	通常の防止工の対策 予測が検討課題
現在の地すべりの規模との比較	滝坂, 松之山ほか	地附山ほか多数	現在発生する地すべりの大部分	

表-1 巨大地すべりにみられる地すべり活動の階層性

(図-7, 表-1)。

現在活動する地すべりの平均的規模は、孫地すべりに相当するもので、休・死巨大地すべりにおいてもその内部で現在も中小規模の地すべりが活動を続けているものといえる。親地すべりの素因としては直下型地震などが考えられ、子供・孫地すべり発生の素因として、親地すべり移動地塊の破壊・破砕が決定的な意味をもつ。

・地すべりによる河川の堰き止め

地すべりによる河川の堰き止めは、規模の大小はあるが繰り返された現象である。巨大地すべりによるものとしては、東野各地す

べりが破間川を、津南マウントパーク地すべりが信濃川本流を何回か塞ぎ止めたことが明らかになっている。この地すべりダム崩壊時には下流に大規模な土石流・洪水をもたらしたことが容易に予測される。

・巨大地すべりと地質学, 土地地質学

地質学では従来このような巨大地すべりの存在がほとんど意識されずに地質調査が行われてきた。巨大地すべり内部の大きな岩塊(ブロック)は通常の地表地質踏査で部分的に観察するかがり、基盤(地山)と区別できないことが多い。巨大地すべり移動地塊の存在を認識することによって、今まで解釈できなかった不自然な地層の分布や、局所的に異常な地質構造の一部が理解できる可能性が大きい。また、ダム、トンネルなど山地での大規模開発に際して、巨大地すべりは土地地質学的に最も基本的な問題の1つである。

・土石流の履歴解析

五頭山地では、1967年に集中豪雨によって土石流が発生し多数の人命を失う大きな災害が発生した。山麓部に分布する土石流堆積物は、地質時代からこの山地でくりかえし土石流が発生したことを示している。五頭山地の土石流の歴史の解明は、古い土石流堆積物の層序の確立から、その発生は中期更新世にはじまる。完新世については、主として遺跡の遺物包含層、生活面と土石流・土砂流堆積物の上下関係、14C年代測定値をもとに行った。この結果五頭山地では、約40~50万年前の中期更新世から最新の1967年までの土石流の歴史が基本的に復元できた。

五頭山地では最近の過去約6000年間に計18~20回の土石流の発生が確認された。これを単純計算すれば約300年に1回の発生になる。また、1967年以前には文書資料も参考にして、1757年, 1646年, 1536年ごろの堆積物が確認できた。したがって、堆積物で確認できるかがり過去約6000年間の五頭土石流の再来間隔は100~300年程度とみなすことができる(高濱, 2002)。

また、この再来間隔が正しいとすれば、将来の災害対策にあたっての基本的な問題を提起する。多くの土石流災害現場をみるかがり、対策(工事)として砂防ダムが圧倒的に多いようにみえる。コンクリートの耐用年数は通常40~50年と聞く。自然現象としての土石流の再来間隔と人工の砂防ダムの耐用年数に大きなギャップがみられることは、砂防ダムには応急対策としての意味を強くもたせ、より恒久的な対策との組み合わせを検討する必要がある。この場合、長期的視野にたった扇状地の安全で有効な土地利用計画を基本にすることが、とくに重要と考える。

今後の研究課題

中期計画との関連

積雪地域災害研究センターでは、平成16年度からの法人化を受けて、中期的な研究計画のひとつに「フォッサマグナ地域を典型とした活発な隆起・沈降地域における考古・歴史時代からの地震に関連した地盤災害の履歴解明と災害発生予測・減災に関する研究」をかねて研究活動を行っている。

この目標は、広義の地盤災害に関する研究を内容として、特に、①河成段丘を用いた山地・丘陵部の活構造運動の復元、②遺跡からみた地盤災害の履歴の解析: 災害考古学、③新潟地域における第四紀末期の変動量・変動速度の解明、④平野の形成過



程と地盤災害の発生予測, ⑤伏在断層の探査と活動履歴の解明などを課題としたものである。

平成16年度からの数年間では, 上述の課題に関してより具体的な取り組みとして, 以下のa~fまでの6つのサブテーマについて研究を行い, 中期的な全体計画の推進を図る予定である。

#### a 河成段丘を用いた活構造運動履歴の復元

これまで行ってきた河成段丘の研究に基づく研究の進展とモデル化を目的としている。河成段丘の火山灰編年の確立による地形区分と編年方法の確立, 地形を構成する堆積物(河川堆積物, 崩壊, 土石流, 液状化, 変形)の記載による地形面の形成過程の復元とあわせて, 年代の指標となる5, 000年前以降の火山灰編年の確立をめざしている。

この成果は, 同一地形面の比高の相違から変動量(隆起量)の把握を行い, 運動様式や運動単位から推定できる活断層のセグメント区分(大きさ)や地質学的年代での活動履歴の把握を行うことができる。これは, 活断層の研究に対して従来のトレンチ調査による“点”ではなく, 3次元的復元が可能であり, 活動履歴の復元に際しても, 活動期・非活動期の認定と活動的セグメントと非活動的セグメントの認定できる。従来のトレンチ調査やその他の研究手法とあわせて, この着眼点による方法は, 今後の活断層の面的な活動単位や活動予測を行う上で重要である。

#### b 河成段丘の形成要因と形成過程の多様性の実証

河成段丘の形成要因は, これまで海水準変動が内陸部まで直接作用することにあるという考えや古気候の変化にあるとされてきたことが多い。これは, 海水準変動を地層形成の要因として導入した際の固定概念であり, 内陸部の地層や河成段丘の成因についてはさまざまな要素を検討する必要がある。

これまでの信濃川中流域をはじめとする河成段丘の研究によって, 同地域の河成段丘では活断層による変動により段丘が離水していることが明らかである。新潟地域の内陸部に発達する河成段丘は, 活断層による隆起という構造運動を見積もる必要がある地域が多いことを示唆する。

また, これに対して, 福島県の只見川や阿賀川流域では, 大規模な火山活動にともなう火山砕屑物の二次移動による河川流路の埋積によって地形面が形成され, 埋積作用の終了後, 通常の河川の状態に戻る際に流路規制を受けて下方侵食力が増し, 段丘化する事例が明らかになりつつある(片岡・ト部, 2004)。

このように河成段丘の形成要因は多様であり, 変動帯では海水準変動や気候変動によるものが少なく, テクトニックな隆起による離水が段丘形成の要因であることが多いものと考えられる。火山土砂の埋積などの事例の解明も含めて, 河成段丘の形成要因のモデル化を図ることは, 河成段丘を用いて活構造運動を検討する場合でも基本的な検討課題である。

#### c 第四紀の活構造運動モデルの構築

これまで第四紀での構造運動は, 等速度で進行すると考えられ, これに基づいて活断層の活動履歴や将来の活動予測が検討されている。この構造運動が等速で進行するか否かについては, 変動の解析制度をあげて時間軸を細かく設定し, かつ歴史時代等の短期間でなく数万年単位での長期的な視点が必要である。この課題に対しては, これまで行ってきた河成段丘の形成に関する解析により, 運動に活動期・非活動期の単位があり, さら

に時間軸に階層性をもつことが明らかになりつつある。

このような解析は, 活断層の長期的変動の予測および地形・地層の形成過程の解明に重要な要素である。

#### d 古地震による液状化履歴をもちいた活構造運動の解明

これまで行ってきた古地震による液状化履歴の時空的復元を継続して行うことにより, 具体的に液状化と活断層(伏在)の活動との空間的対応・時間軸の解明を行う。

#### e 地震による平野の沈降に伴う冠水現象(災害)の予測

一般に地震による隆起現象は着目されるが, 相対的に沈降する現象は着目されていない。これまでの検討により, 9世紀の地震による紫雲寺地域の沈降と紫雲寺潟の形成・拡大現象が把握できており, 同様の現象は, 亀田郷や西蒲原地域でも歴史時代に起こっていることを確認している。また, 完新世の平野の形成システムの中でも複数のイベント性の沈降現象がある。

このような伏在断層による地震にともなった低地の相対的な沈降現象は, 新潟のような低標高の海岸平野では重要な災害要素であり, 沈降を引き起こす単元(活断層)や頻度(履歴), 沈降量(1回の断層変位量)の推定等を明らかにしていく必要がある。この現象が発生すれば宅地・農地の長期冠水災害, 給排水システムの被害等は甚大であり, これまでの地震防災に関する計画では未想定の地盤災害として検討する必要がある。

#### f 伏在断層の履歴解明と平野の形成

平野部の伏在断層について, 精密重力探査と反射法弾性波探査を併用して検討する。これとあわせて平野の形成システムに与える活断層の運動(沈降現象)の評価を行うことを目的とする。

これまで, 新潟平野西縁断層帯について, 一部の地域の弾性波探査により沖積層の変形を確認している。また, 平野の堆積システムの発達において, 縄文海進期にも2回(海進海退, 縄文海進以降で3~4回)の海進海退を確認した。これらの海進海退に伴うシステムの移動は急激であり, イベント的な沈降によって堆積システム全体が大きくシフトしたものと考えられる。平野部縁辺については, 断層運動(相対的山地側の隆起)による平野沖積層への作用(堆積システムの変化や扇状地の形成)が予測される。

#### その他の研究活動

中期計画に関連した研究テーマ以外にも, 中期計画に結びつく基礎的なテーマを継続して検討していく予定である。また, 2004年10月23日に発生した新潟県中越地震に関しても, 地盤災害等に対して緊急に要因の解析を行う予定である。

#### g 沖積層に関する理学的基礎研究

新潟地域の沖積層に関する火山灰層序の確立, 堆積相・堆積システム解析, 珪藻化石, TOC, TS解析等の基礎研究や形成発達史の刷新, 砂丘列の形成と移動に関する検討などを行う。これらは, 沈降運動を含む相対的海水準変動と沖積層の形成過程や沖積基盤の構造, 伏在活断層を示唆する構造単元の推定に対して重要な意義をもつ。

#### h 火山噴火後の火砕物質二次移動現象による災害とその予測

火山物質の二次移動現象(ラハール)は噴出源から100km以上までおよび, 数10年~数100年単位の長期間継続しうる。そのため, ラハールによる災害は, 噴火そのものよりも甚大な災害を引き起こす場合もある。しかしながら, これによる災害は日本では未評



価事項といえ、事例研究も少なく、発生過程、予測、対策の検討があまりなされていない。新潟周辺地域には、約5000年前に福島県沼沢火山を起源とするラハールと堆積物が大量に流入した痕跡があり、周辺流域の環境が多分に影響を受けたことが明らかとなりつつある。今後このような事例をとりあげ、噴火後に起こりうる災害と評価・予測について取り組む。

#### i 新潟県中越地震による地盤災害

新潟県中越地震で発生した建物被害の集中域と地盤との関係について緊急に検討して、その要因を明らかにする。また、液状化や側方流動現象による被害の集中等についても事例研究を行い、復興に対する地盤評価の指標や提言を行う。

## 文 献

- Choi,J.T., Takahama,N. and Urabe,A. (2000): Tephrochronology of Late Quaternary Strath Terraces and their Implication to Neotectonic Movements in the Shitada and Tochio Regions of the Niigata Basin, central Japan.The Quaternary Research,Vol.39, No.6,521-533.
- Choi,J.T., Takahama,N. and Urabe,A.(2002): Tephrochronology of Late Pleistocene to Holocene Strath Terraces along the Aburuma River of the Niigata Basin, central Japan.The Quaternary Research,Vol.41, No.1,45-51.
- 片岡香子・卜部厚志(2004): 火砕流堆積物周辺での水流による火砕物質二次堆積作用—福島県沼沢火山, 沼沢湖噴火の例—. 日本火山学会講演予稿集2004年度秋季大会, 18.
- 大塚富男, 高濱信行(1998): 現在活動中の巨大地すべり—群馬県烏川中流域の湯殿山巨大地すべりの事例—. 地球科学, 52巻3号, 210-224.
- 信濃川ネオテクトニクス団体研究グループ(荒川勝利, 藤岡比呂志, 古川昭夫, 飯川健勝, 小坂共栄, 大塚富男, 高橋 明, 渡辺秀男, 安井 賢, Choi, J.T.,高濱信行, 卜部厚志, 矢部英生, 藤平秀一郎, 森川篤平), (2002): 信濃川津南地域における第四紀後期の段丘形成と構造運動, 第四紀研究, 41, 3, 199-212.
- 信濃川ネオテクトニクス団体研究グループ(藤岡比呂志, 古川昭夫, 大塚富男, 高橋 明, 渡辺秀男, 安井 賢, 高濱信行, 卜部厚志, 藤平秀一郎)(2003a): 信濃川中流域における第四紀末期の河成段丘面編年. 地球科学, 57, 95-110.
- 信濃川ネオテクトニクス団体研究グループ(藤岡比呂志, 古川昭夫, 大塚富男, 高橋 明, 渡辺秀男, 安井 賢, 高濱信行, 卜部厚志, 藤平秀一郎)(2003b): 河成段丘面の高度分布に基づく信濃川中流域の第四紀末期の活構造運動. 地球科学, 57, 273-287.
- 高濱信行(2002): 笹神村史・第2章地形, 第3章土石流と地震. 笹神村史(通史編)21-57, 笹神村.
- Takahama,N., Otsuka,T. and Brahmantyo,B.(2000):A new phenomenon in ancient liquefaction- the draw-in process, its final stage.Sedimentary Geology,No.135,157-165.
- 高濱信行・卜部厚志(2002a): 湖底に沈んだ縄文遺跡—青田遺跡の立地環境—. 青田遺跡シンポジウム資料集「川辺の縄文集落」16-23, 新潟県埋蔵文化財調査事業団.
- 高濱信行・卜部厚志(2002b): ボーリング調査からみた旧沼垂・山の下地区の古環境. 前近代の潟湖河川交通と遺跡立地の地域史的研究(新潟大学小林昌二)科学研究費補助金基盤研究(A)(2)平成13年度研究経過報告書, 25-37.
- 高濱信行, 卜部厚志, 布施智也(2001): 越後平野中部における古代, 9世紀前後の液状化—新潟県における歴史地震の液状化跡—その2—. 新潟大学積雪地域災害研究センター年報, 第23号, 45-52.
- 高濱信行・卜部厚志, 寺崎裕助(2000): 縄文時代の味方村. 味方村排水機場遺跡調査報告書, 味方村史(通史編), 38-55.
- 卜部厚志・高濱信行(2002): 新潟平野・西蒲原地域における縄文時代中期の古地理. 新潟考古, 13号, 7-16.
- 卜部厚志・高浜信行・寺崎裕助(1999): 平野地下19mに埋没した5000年前の遺跡と火山灰層の発見. 新潟応用地質研究会誌, 52, 33-38.
- Urabe,A.,Takahama,N. and Yabe, H.(2004):Identification and characterization of a subsided barrier island in the Holocene alluvial plain, Niigata, central Japan, Quaternary International, 115/116, 93-114.
- 渡辺秀男・卜部厚志(2003): 十日町盆地北西部の河成段丘の編年と隆起運動, 地球科学, 57, 173-191, 2003.
- 渡部 俊・卜部厚志・高濱信行・鈴木幸治・村尾治祐・渡辺史郎・稲崎富士(2000): 新潟平野西縁部, 角田・弥彦断層群における浅層反射法地震探査. 新潟応用地質研究会誌, 54, 33-37.
- Yabe, H., Urabe,A. and Takahama,N. (2004):Holocene paleoenvironmental change inferred from the diatom records of the Echigo Plain, Japan, Quaternary International, 115/116, 117-130.
- 安井 賢・鴨井幸彦・小林巖雄・卜部厚志・渡辺秀男・見方 功(2002): 越後平野北部の沖積低地における汽水湖沼の成立過程とその変遷, 第四紀研究, 41, 3, 185-197.