日本応用地質学会　東北支部

第14回　研究発表会講演集

2006年7月7日

日本応用地質学会
東北支部

日本応用地質学会東北支部　第14回　研究発表会　プログラム

開催日：平成18年7月7日（金）
会　場：仙台市シルバーセンター　第一研修室　　（仙台市青葉区花京院１－３－２）
講演集：1,000円
協　賛：東北地質調査業協会

開　会

10:00　　開会
10:00～10:10　　支部長挨拶　（太田　保　支部長）

自由テーマ発表　　司会：小林俊樹、内海　実　　（発表15分　討論10分）

10:10～10:35　　①室生溶結凝灰岩をキャップロックとする地すべりの地質規制分布とその発生要因　　○山本佑介（㈱復建技術コンサルタント）
10:35～11:00　　②中新世カルデラ基底断層が再動した茂庭団地周辺の現世巨大地辷り　　○遅沢壮一（東北大学大学院理学研究科地圏環境科学科）
11:00～11:25　　③ダム堆砂量推計精度向上のための一方策 －土砂生産量強度マップの作成－　　○水野直弥（㈱建設技術研究所）
11:25～11:50　　④簡易ＡＥカウント装置を用いた岩盤地すべりの変動要因の考察　　○阿部大志（(財)道路保全技術センター）
11:50～13:00　　休　憩

テーマ発表：環境と応用地質学　　司会：高見智之、内海　実

特別講演　（講演60分、質疑応答10分）
13:00～14:10　　（１）ビオトープのすすめ　　大山　弘子　氏（東北緑化環境保全㈱）
14:10～15:20　　（２）掘削ずりによる環境汚染の調査・対策の考え方について　　門間　聖子（まりこ）　氏（応用地質㈱）
15:20～15:35　　休　憩

テーマ発表　（発表15分　討論10分）
15:35～16:00　　⑤福島県南会津地方、駒止湿原における泥炭層の発達過程　　○村上智昭（㈱三本杉ジオテック）
16:00～16:25　　⑥農業地帯における地下水への硝酸性窒素負荷機構調査事例　　○森　一司（農林水産省東北農政局）
16:25～16:45　　総合討論

閉　会

16:45　　閉会の挨拶　（橋本修一　副支部長）

懇親会

17:00～　　懇親会　（ＪＡＬシティ、参加費4,000円）

目　　次

日本応用地質学会東北支部　第 14 回　研究発表会　プログラム

特別講演

（１）ビオトープのすすめ　…… 1

大山　弘子　氏（東北緑化環境保全㈱）

（２）掘削ずりによる環境汚染の調査・対策の考え方について　…… 3

門間　聖子（まりこ）　氏（応用地質㈱）

自由テーマ発表

①　室生溶結凝灰岩をキャップロックとする地すべりの地質規制分布とその発生要因　…… 4

○山本佑介（㈱復建技術コンサルタント）

②　中新世カルデラ基底断層が再動した茂庭団地周辺の現世巨大地辷り　…… 6

○遅沢壮一（東北大学大学院理学研究科
地圏環境科学科）

③　ダム堆砂量推計精度向上のための一方策　－土砂生産量強度マップの作成－　…… 8

○水野直弥（㈱建設技術研究所）

④　簡易ＡＥカウント装置を用いた岩盤地すべりの変動要因の考察　…… 10

○阿部大志（(財)道路保全技術センター）
田野久貴（日本大学工学部）
高見智之（国際航業㈱）

テーマ発表：環境と応用地質学

⑤　福島県南会津地方、駒止湿原における泥炭層の発達過程　…… 12

○村上智昭・藤島泰隆（㈱三本杉ジオテック）
長橋良隆（福島大学共生システム理工学類）

⑥　農業地帯における地下水への硝酸性窒素負荷機構調査事例　…… 14

○森　一司（農林水産省東北農政局）

日本応用地質学会　東北支部
第 14 回　研究発表会講演集

平成 18 年 7 月 7 日発行

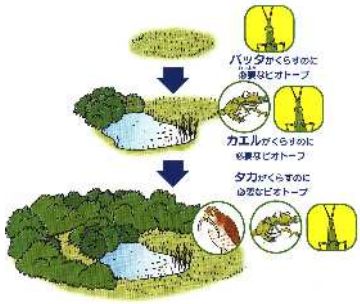
編　集　日本応用地質学会東北支部事務局
応用地質株式会社　東北支社　内
仙台市宮城野区萩野町 3-21-2　　TEL　022-237-0471
学会 E メール　jseg_tohoku@yahoo.co.jp
ホームページ　http://wwwsoc.nii.ac.jp/jseg/tohoku/

ビオトープのすすめ

大山 弘子

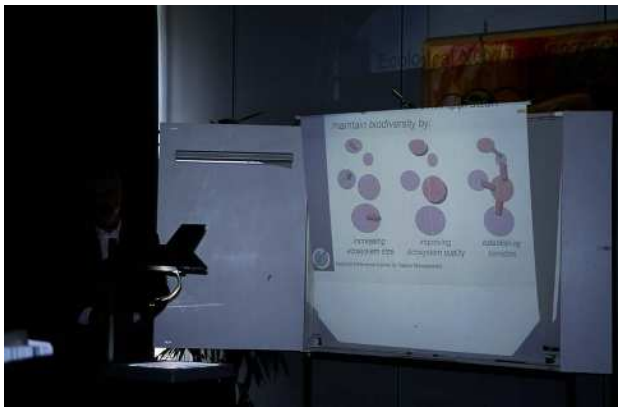
日本列島は北東から南西に細長く、連なる山々や平地、河川等の地形や気候等とあいまって、多様な生物が生育・生息しています。しかし今日、自然環境の消失が著しくなり、自然との共生が課題とされるようになりました。

本発表では、ビオトープとドイツ等で都市計画の基礎資料としてすでに活用されている GIS を用いたビオトープマップについて、仙台市で作成したもの（自社研究）をご紹介します。

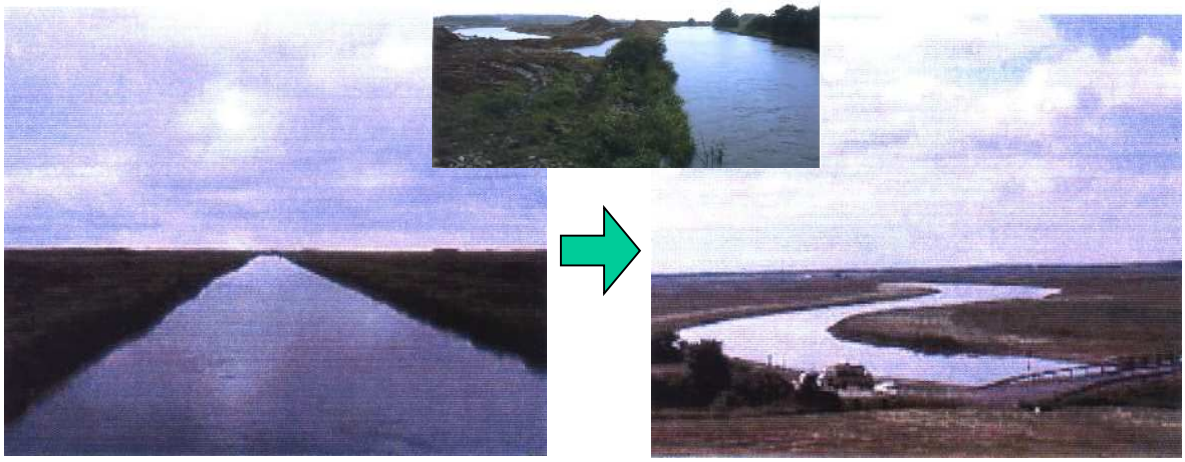


出典：「世界とむすぶ学校ビオトープつくりかた図鑑」（財）日本生態系協会（2001）

新清水火力発電所



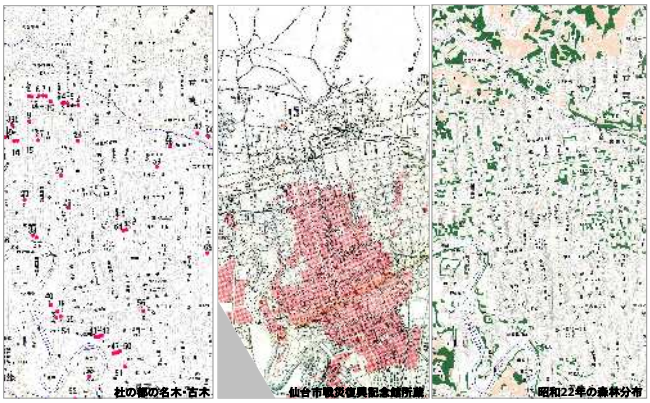
オランダ　国立自然管理情報センター



デンマーク　スキャーン川

アメリカ　ラインラント

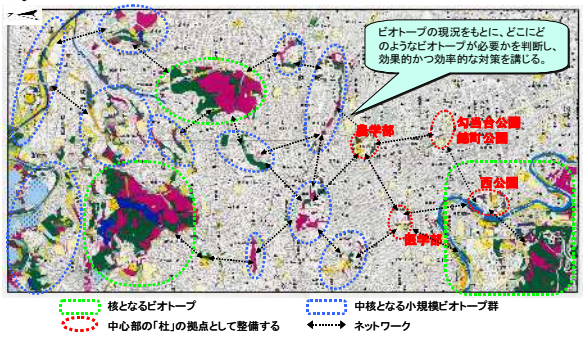
杜の都の名木・古木は現代に残る「杜」



名木・古木は戦災を免れた「杜の都」の生き証人

緑と水のネットワーク

「里山的な森」と「街の杜」そして「水辺」を結び自然豊かな百年の杜をつくる。



特別講演（2）

掘削ずりによる環境汚染の調査・対策の考え方について

応用地質㈱東北支社技術部　門間　聖子

本講演は、日本応用地質学会東北支部第 11 回研究発表会において、「重金属を含有する建設発生土に係る調査・対策の考え方」として行った発表の続編である。

平成 15 年 2 月 15 日、土壌汚染対策法（以下「土対法」）が施行された。このことにより、重金属などの有害物質を含む土壌に対する考え方が今まで以上に厳しくなった一方で、地質などに由来する「自然的原因」による汚染の取り扱いをどうするかといった問題が取り上げられるようになった。

この問題に対し、特に建設発生土を対象として、「建設工事で遭遇する地盤汚染対応マニュアル［暫定版］」が、独立行政法人土木研究所材料地盤研究グループ（土質）及び民間数社による共同研究成果として平成 16 年 5 月に刊行され、その中で自然的原因による重金属を含む土壌の取り扱いについて一定の考え方が示された。

しかしながら、建設発生土の中には岩石主体の発生土、いわゆる「掘削ずり」があり、これらは重金属の溶出性において土壌と異なる性状を示す。このため、掘削ずりの特質を踏まえたリスク評価や対策工法が必要とされ、全国的にいくつかの対応事例も出始めている。

以上の状況を踏まえ、本講演では、自然的原因による汚染土壌の法的位置づけ及び掘削ずりによる環境汚染の特徴を説明すると共に、現在独立行政法人土木研究所材料地盤研究グループ（地質）及び民間企業により進められている、「岩石に由来する環境汚染に関する共同研究」の内容について紹介する。

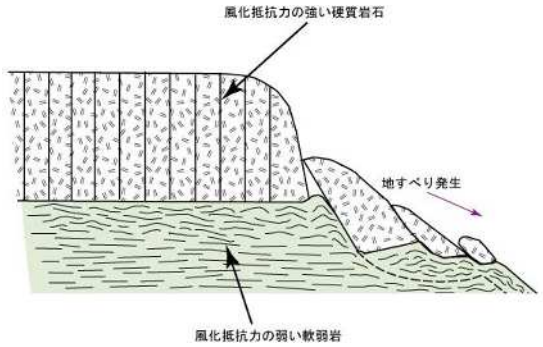
① 室生溶結凝灰岩をキャップロックとする地すべりの地質規制分布とその発生要因

株式会社復建技術コンサルタント　　山本佑介

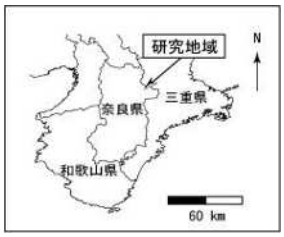
1．はじめに

地すべりには，軟質岩石の上を硬質で風化抵抗力の強い岩石が覆うような地質箇所で発生するタイプのものが世界各地で知られており，このような地すべりはしばしばキャップロックタイプの地すべり（図－1）と呼ばれている．わが国では，長崎県北松浦地方に分布する「北松型」地すべり[1)]などがキャップロックタイプの地すべりとして報告されている．

このようなキャップロックタイプの地すべりについて，従来は各地域の地すべりの移動形態や内部構造についての報告がなされてきた．ところが，単一のキャップロックが様々な地質体を覆う場合には，地すべりの発生へのキャップロックの影響の程度は様々なはずであるが，キャップロックの下位に分布する地質体と地すべりの分布・性状との関連性についての検討を行っている研究報告例はほとんどない.本研究では，従来報告された“キャップロック地すべり”としてきわめて厚い火砕流堆積物が多種の地質帯を覆っている奈良県曽爾村，室生村周辺地域（図－2）において，地すべりの分布と地質との関係およびその発生要因を明らかにする．尚，本稿は京都大学理学研究科における修士論文のうち，未発表分に加筆を加えたものである．



図－1　キャップロック地すべりの概要図



図－2　研究地域位置図

2．研究方法

地すべり地形の分布を明らかにするため，空中写真判読を行い，地すべり分布図を作成した（図－3）.

また，地質図を作成し，地質と地すべりの分布との関連性を明らかにすることおよび露頭スケールの地質構造を明らかにすることを目的として地質踏査を行った.

3．地質概要

研究地域の地質は基盤岩とそれを覆う山粕累層，曽爾累層からなる．基盤岩は領家変成岩類[2)]と深成岩類からなる.

基盤岩を不整合に覆う山粕累層[2)]は礫岩，砂岩，泥岩，砂岩泥岩互層からなり，これらの層厚は地域によって様々である。本層はハンマーで強打して少し崩れる程度の硬さである.

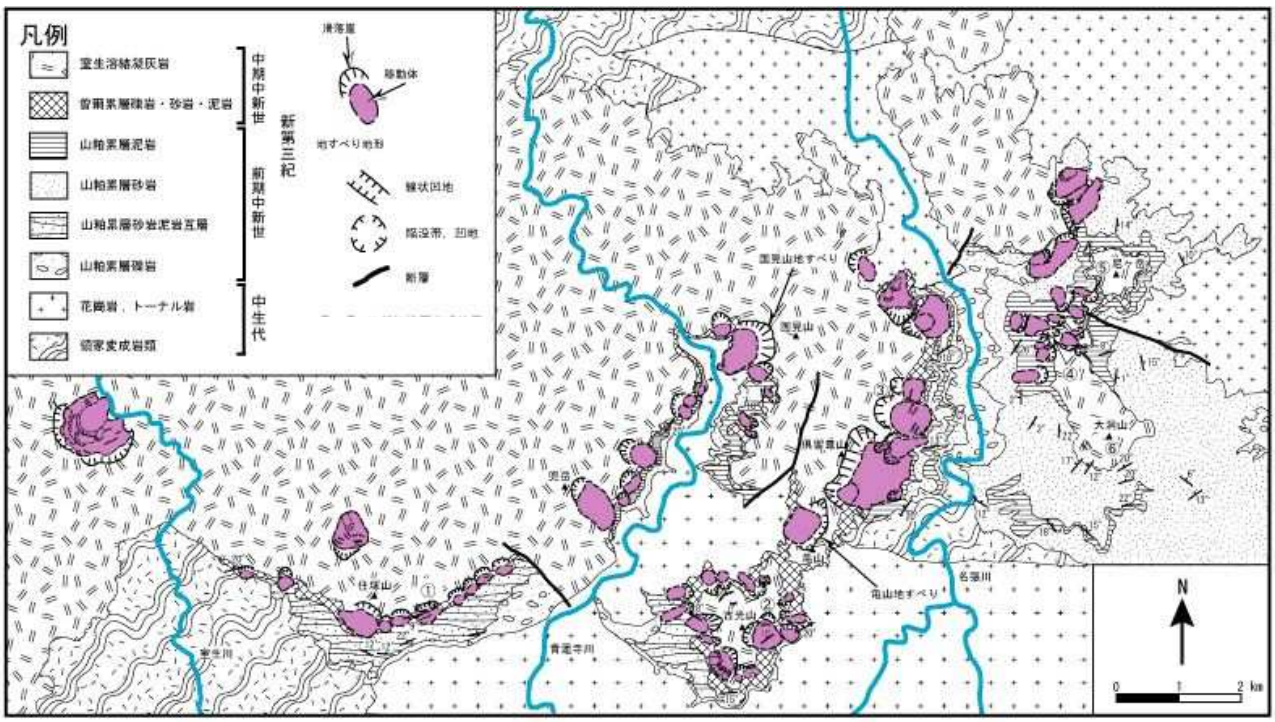
山粕累層を不整合に覆う曽爾累層[2)]は層厚 10～80 m 程の礫岩・砂岩・泥岩層（以下，下部曽爾累層と呼ぶ）とその上を覆う層厚 200～400 m 程の室生溶結凝灰岩からなる.

4．地すべり地形の分布と地質との関係

研究地域で空中写真および地形図を用いて地すべり地形の分布図を作成した結果，地すべり地形の大部分は室生溶結凝灰岩の縁で見られる下部曽爾累層が約 30～80 m 堆積している地域に分布していることがわかった（図－3）．下部曽爾累層の層厚と地すべり発生頻度との関係について，図－4 に示す.

5．地すべり発生要因の考察

研究地域において多数発生していた室生溶結凝灰岩をキャップロックとする地すべりの大部分は下部曽爾累層が 30～80 m と，厚く堆積している地域に分布していた（図－3，4）．この要因として，下部曽爾累層が厚く堆積した地域では本層の変形および脆弱化が十分に進んだため，多くの地すべりが発生したと考えられる．一方，本層の層厚が 30 m 以下の薄い地域では地

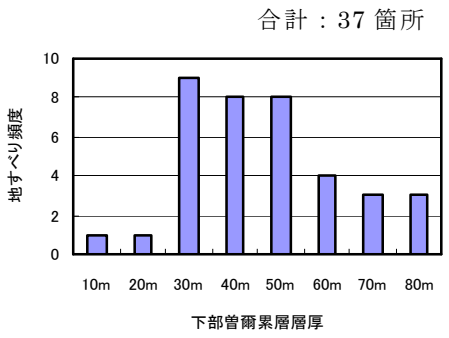


図－3　研究地域の地すべり分布図および地質図

すべり地形はほとんど確認されなかった（図－3, 4）. 本層が薄い地域においては，十分に変形および脆弱化が起こらなかったため，地すべりがほとんど発達しなかったと考えられる．以上のことから，研究地域において今後地すべりが発生する可能性が高い地域は，下部曽爾累層が 30～80 m 程堆積した地域であると考えられる．

6．キャップロックの役割

現地踏査の結果，下部曽爾累層は部分的に著しい変形を受けており，泥岩層は著しく粘土化し，鏡肌が発達していることがわかった．本層が著しい変形を受けたのは，厚さ 200～400 m 程の火砕流が堆積した際の荷重が原因であると考えられる．以上のことから，研究地域におけるキャップロックの荷重は，下位に堆積する下部曽爾累層泥岩層の変形および鏡肌発達の原因となり，その結果本層が脆弱化し，すべり面が形成



図－4　地すべり頻度についてのグラフ

され易くなると考えられる．

また，キャップロック型地すべりにおいて，キャップロック下位の弱層への地下水の供給も重要な問題となる．本研究地域で認められた溶結凝灰岩には柱状節理が発達していた．この柱状節理は降雨や融雪水を浸透させ，下位の層の軟弱化を促しやすいと考えられる．また，キャップロックは風化抵抗力が高いため，その下の軟弱層を表面侵食から保護する役割をもつと考えられる．以上のことから，研究地域におけるキャップロックタイプの地すべりは下部曽爾累層が厚く堆積し，間もなく室生溶結凝灰岩が厚く堆積したことにより下部曽爾累層が変形し，脆弱化するが，本層は侵食から保護されるため，残存する．その後，残存した本層には室生溶結凝灰岩に発達した柱状節理を通って多量の地下水が供給され，さらに脆弱化し，最終的には地すべりが発達したと考えられる．

【引用文献】

1) 大八木規夫，大石道夫，内田哲男 (1970):北松鷲尾岳地すべりの構造要素，防災科学技術総合研究報告，北松型地すべりの発生機構および予知に関する研究（第 1 報），Ｖｏｌ 22，pp 115－140.

2) 西岡芳晴・尾崎正紀・山元孝広・川辺孝幸(1998)：名張地域の地質，地域地質研究報告(5 万分の 1 地質図幅)，72p.

② 中新世カルデラ基底断層が再動した茂庭団地周辺の現世巨大地辷り

東北大学理学研究科地学専攻　　遅沢壮一

梨野層の中新世巨大地辷り

梨野層と呼ばれる 500 万年前の地層は当時日本の至る所に生じたカルデラを埋積した地層である.直径 20km の白沢カルデラを生じた火山は厚い酸性火山灰を堆積させたが，一度堆積した火山灰はカルデラ陥没に伴い崩壊し，再堆積して梨野層となった．梨野層はこれまでカルデラの基盤をなすより古い地層と不整合であるとされていたが（北村ほか，1986 の仙台図幅),実際は明瞭な断層であることを見出した．この断層はカルデラ崩壊時にカルデラ外縁に生じた大規模地辷りを表わしている．地辷りは西のカルデラの中心に向かって滑り落ちる円弧辷りであり,落差は 300m と見積もられるので，水平移動距離は 1km 程度と見積もられる．ただし，梨野層はこの地辷りに伴う崩壊堆積物であるので，梨野層の分布の西限まで地辷りは到達したことになる．その際の水平移動距離は 5km 以上で，現行の地辷りには恐らく例が無い規模である．

太白山は根無し

太白山は，赤石の亀が森などと同じく，白沢カルデラの外輪山に当たる．陥没時のリング状の断層に沿う貫入岩もカルデラ一般に知られているが，１つ１つは板状の岩脈であるはずなので区別でき，またリング岩脈が存在するとすればより西側である．太白山は火山の溶岩を供給した円筒状の通路であり，地表の溶岩がすべて侵食された火山の深部を表わしており，岩頸と呼ばれる．岩頸は硬くて，深部と繋がっているので，安定しているはずである．しかし，太白山は中新世の地辷りに巻き込まれて,滑り落ちていると考えられる．

太白山は梨野層に貫入しており，かつ四方八方を今回発見した地辷り面で囲まれている．もし，太白山が地辷りより前に貫入しているのならば，太白山はこの巨大地辷りに巻き込まれて西に滑り落ちたはずである．太白山が地辷りより後に貫入していて，不動である可能性は以下のように否定される．蕃山もしばしば当時の火山と考えられているが，その溶岩は実は大規模な地辷り岩塊で，付近には基盤岩の巨大な外来岩塊も存在する．これらは決して梨野層に挟まれているのではなく，梨野層に含まれるいわば巨大な礫である．礫としての溶岩の供給源は権現森でも良いが，小さい礫を含めてこのような礫は梨野層分布地域すべてに含まれるので，太白山にかつては存在したはずの火山の溶岩も供給源と成り得る．つまり，太白山の火山も巨大地辷りに巻き込まれたことになり，その根っこの岩頸も地辷りに切断された．なお，実際は，なおかつ岩頸は硬いので，簡単には切断されなかったはずである．太白山の東側の地辷り断層は例外的に傾斜が急で，これは断層が太白山を切断しにくかったことを示しているかも知れない．太白山は辷ってはいても，現在の位置より大きくは移動して来なかったと思われる．太白山は太白区の区名の由来となっているが，縁起の悪いことに，茂庭団地（茂庭台）方向に滑り落ちている．

茂庭団地の現世巨大地辷り

茂庭団地は 1978 年の宮城県沖地震の後に造成された.主体は仙台市であるらしいから，地震に対する施策は十分取られているはずである．この施策とは，地辷りに対する施策のことでなければならない．

写真は 1982 年の６月に造成中の茂庭団地南縁で撮影したものである.右手の崖は折立−茂庭線の崖である．写真の主体は１つの巨大な地辷り岩塊で，下３分の１が旗立層，上３分の２が梨野層である．境界が地辷り面で，梨野層はそれ自体が岩塊化している．これらは 500 万年前にできたが，後から別の大規模な地辷りが起こって，巨大岩塊として別の地辷り堆積物に取り込まれているのである．左側はこの巨大岩塊を埋めている基質であり，整層した新期堆積物からなっており，複雑に褶曲している．個々の地層は再堆積したより小規模な地辷り堆積物（土石流堆積物）からなっており，太白山の岩石と同じである玄武岩の礫層も認められる．つまり，複数回の小規模な土石流が起こった後，より大規模な崩壊が起こり，巨大岩塊と土石流堆積物が混合して,１つの超巨大な地辷り堆積物を作った．中央の人物（筆者）をスケールにすると，この地辷りのスケールが想像できる．巨大岩塊と基質との境界には杉と思われる年輪の付いた生木が挟まれていた．最後の地辷りが起こ

ったのはごく最近（数千年前？）であろう．500 万年前の地辷りは結局，再動しているのである．茂庭団地はこのような大規模で厚い（写真だけでも 20m ある),最近の地辷り堆積物を地盤として造成されている．

茂庭団地造成前の空中写真や大スケールの地形図を見ると，茂庭団地中心にかつてあった沢には出口が無いことに気付く．出口が無いので周りより低いところは湿地になっていたであろう．現在も茂庭団地と太白山の間に大堤という池があるが，これも同じ成因をもっている．その他にも，茂庭団地一帯の山中にはこのような出口の無い低湿地が多数認められる．川の流路は巨大地辷りに塞き止められて，出口を失っている．河川地形ができるのはごく最近のはずであるから，大規模地辷りも近過去のできごとである．500 万年前の地辷りが再動して，太白山方面から西の茂庭団地に向かって辷ったと考えられる．その断面が上に既に示した露頭写真である．

茂庭団地の地盤は，写真のような露頭が造成時に現れなくても，造成する前から，最悪に近いであろうことは十分，認識されていたはずである．最近も辷っているのだから，将来も大々的に辷るであろうことは容易に予想できる．前回の宮城県沖地震で危険性が知られるようになった逆転型盛谷土は茂庭団地では決してなされていないとしても，アトラスタワー33（右の写真の山の中に突然表れたような高層マンション）の基礎は厳重でなければならない．この基礎は 500 万年前の辷り面を少なくとも超えて，基盤の旗立層に到達している必要がある．旗立層には巨大岩塊もあるので（この場合，その下はまだ地辷り堆積物である)，注意を要する．いずれにせよ，何 m 掘り下げたか，またボーリング自体のデータは開示されて然るべきであると考える．とくに，盛谷土のうえに建てられたことはあり得ないことである．一方，なおかつ，厚い地辷り堆積物自体は動くので，その辷りに耐えられるか否かも当然予測されていてしかるべきである．茂庭団地の造成主が仙台市であるならば，仙台市は次回の宮城県沖地震に茂庭団地は辷らないで耐えられるという宣言を出すべきである．

500 万年前の地辷り面は別の意味でも厄介である．それは面の存在自体がさらなる地辷りを引き起こす素因となっているからである．単に断層粘土で辷り易いというだけではない．この地辷り面に沿って熱水（ミネラル分に富んだ温泉水）が流入している．これはリング断層に沿ってマグマが岩脈として貫入するのと似たような状況である．珪酸に富んだ熱水は断層面下の旗立層を硬化させている．硬化の程度は鶴嘴は勿論，ハンマーで試料採取するのも難儀する程である．一面に硬化していることはこの面は水を透過し難い，つまり不透水性が高いことを意味している．出口が塞がれた谷に溜まった水は地下のこの地辷り面の上に帯水し，面沿いの間隙水圧を高めるであろう．豪雨のあと，偶然の地震動が加われば，結果は明白である．500 万年前の地辷り面は茂庭団地にも残存していようし，他の折立ー茂庭線の綱木川に沿っても一応の注意が必要である．

結論的に，茂庭団地は過去の巨大地辷り，それを素因とした近過去の巨大地辷り，この地辷りにより出口が閉ざされていた谷の，さらなる人工的埋め立てという三重苦状態になっており，他地域でも共通の宮城県沖地震の効果を含めれば四重苦状態になっている．新たに活断層として知られた左横ずれの高角断層である青葉東断層から，茂庭団地はごく近いことにも留意すべきである．先人がこのような不安定な地域には居住しなかったのにはなにか理由があるのではないかと思われた．

③ ダム堆砂量推計精度向上のための一方策
－土砂生産量強度マップの作成－

株式会社　建設技術研究所　東北地圏環境室　水野直弥

1.はじめに

近年、ダム機能の維持・管理という観点から計画を上回る速さで堆砂が進行しているダムが問題となっているほか、河川の総合土砂管理という観点から、ダム貯水池の堆砂量や流域の流砂量を精度よく推定する手法の開発が望まれている。また、国土交通省は平成 13 年度より「ダム土砂管理推進検討会」を組織し、学識経験者を交えて以下の３つのテーマについて検討を行っている。

① 堆砂計画
② 排砂技術
③ 河床変動・河川環境

私はテーマ①の検討に関連して、「ある程度の精度を持った上で、簡単にその地域の生産土砂量を把握できる手法の開発」を試みた。その成果は文献[1)]として発表されているが、本報告はその後に行った検討結果を含めてまとめたものである。

2.計画値と実績値との乖離の原因

全国の国土交通省直轄・水資源機構管理ダムのうち、計画を上回る速さで堆砂が進行しているダムの原因調査を行った結果、その原因として以下の事項があげられた。

① 既往の堆砂量推計式の精度不足
② 予想外の大出水や大規模崩壊の発生
③ 参考ダム選定の検討不足
④ 貯水池における土砂捕捉率の考慮不足

3.検討方針

代表的な堆砂量推計式として、田中式、江崎式、石外式、吉良式、鶴見式などがある。いずれも実績堆砂量を目的変数とし、地形・地質などの流域特性を説明変数として求めた経験式である。しかし、これらの式が提案されたのは昭和 20～40 年代で、当時はまだ十分な期間の堆砂データが蓄積されていなかった。

そこで、本検討では近年までに蓄積された堆砂データを用いてより精度のよい経験式の提案を目指した。このとき、目的変数として、実績比堆砂量（m^3/km^2/年）を貯水池における土砂の捕捉率により補正した値(比流砂量)を用いた。本検討における最大の課題は、比流砂量と強い関係をもつ説明変数（パラメータ）を提案できるかということであった。

4.パラメータの検討

4.1 既往因子の整理

検討に先立ち、ダム貯水池堆砂量や流域の生産土砂量の予測に関する既往文献をレビューした結果、比流砂量と強い関係をもつのは、基本的に土砂生産の素因である地形・地質であると考えられた。そこで、本検討においては、パラメータとして特に下記の因子に着目した。また、全国の地形・地質データとして国土数値情報の「標高・傾斜度メッシュ」及び「土地分類メッシュ」を用いた。

(1) 地形因子

① 流域の平均標高

「標高」の高い地域ほど第四紀の隆起速度が速く、侵食速度も速いと考えられている。このため、流域の平均標高は土砂生産性のポテンシャルを示すと考えられる。

② 起伏量

一般的に「起伏量」が大きな地域ほど斜面勾配が急で崩壊地が発生しやすい。本来、起伏量を求めるメッシュの大きさは生長曲線などにより各地域ごとに設定することが望ましいが、本検討では簡便的に全国一律に 3 次メッシュの起伏量（＝最高標高－最低標高）を用いた。

(2) 地質

地質によって岩石の硬さや割れ目の発達頻度、風化形態が異なるため、分布する地質によって流域の土砂生産性は大きく異なる。そこで、本検討においては、全国の地質を以下の 7 つに区分した。

① 第四紀火山噴出物及び火山岩類
② 第三紀火山岩類
③ 第四紀・新第三紀堆積岩類
④ 先新第三紀堆積岩類
⑤ 変成岩類
⑥ 深成岩類（主に花崗岩）
⑦ 沖積・洪積層（第四紀の未固結層）

4.2「起伏度」の導入

既往のいくつかの堆砂量推計式にはパラメータとして「流域の平均起伏量」が用いられるが、流域の地形的特徴（凸凹の様子）は平均値では必ずしも表せないと考えた。また、流域内で土砂生産の活発な地域は、流域の平

均的な起伏量よりも大きな起伏量をもつ地域であると考え、次式で求められる値を「起伏度」と定義した。

起伏度＝Σ(最頻値より大きな階級×度数)／流域と重なる 3 次メッシュの総数

階級幅＝〔(R_{MAX}) － (R_{MIN})〕／k

$k \fallingdotseq 1 + \log_2(n)$：スタージェスの公式

n：流域に含まれるメッシュ数

R_{MAX}：最大起伏量，R_{MIN}：最小起伏量

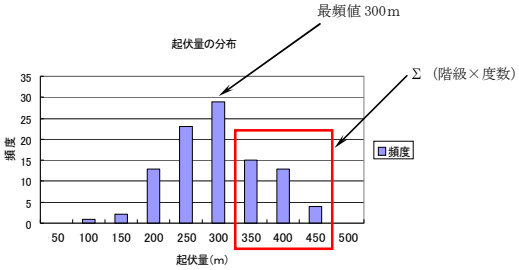


図 4.1　起伏量のヒストグラム

5. 回帰分析

5.1 検討対象ダム

全国の国土交通省直轄・水資源機構管理ダムと補助ダムのうち、下記の条件を満たす 151 ダムを対象とした。

① 流域の最上流に位置する
② 経過年数 10 年以上
③ 流域面積 20km^2
④ 気象条件が大きく異なるため、沖縄地方を除く

5.2 回帰分析

図 5.1 に「起伏度×平均標高」と比流砂量との関係を示す。両者の間には比較的高い相関が認められる。なお、先に整理した因子以外に「降雨」や「崩壊地面積率」などについても分析を行ったが、「起伏度×平均標高」ほど「比流砂量」との強い相関は認められなかった

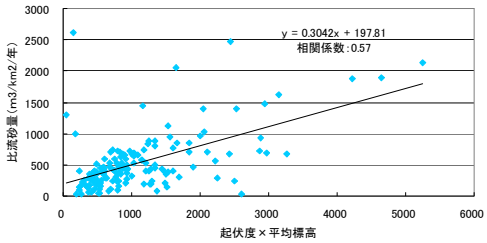


図 5.1　起伏度×平均標高と比流砂量

次に、流域の地質条件を考慮するために、流域の 6 割程度以上を占める地質を代表地質として、各地質区分ごとに「起伏度×平均標高」と「比流砂量」との関係を求めた。検討対象とした 151 ダムのうち流域の 6 割程度以上を占める地質区分を有するのは、124 ダムであった。その結果、両者の相関関係は向上し、表 5.1 に示す回帰式を得た。

表 5.1　比流砂量推計式

地質区分	データ数	回帰式	相関係数
①	11	y=0.2093x+231.21	0.79
②	25	y=0.414x+95.663	0.80
③	4	y=0.4858x+74.962	0.99
④	39	y=0.4095x+62.039	0.92
⑤	35	y=0.3x+118.92	0.82
⑥	10	y=0.3019x+141.88	0.83

6. 土砂生産量強度マップの作成

ＧＩＳにより全国 2 次メッシュの「平均標高」、「起伏度」、「地質構成割合」を求め、回帰式から求められる各地質区分の比流砂量を、地質構成割合により加重平均して、各メッシュの比流砂量を算定した（図 6.1）。また、土砂生産量強度マップは、ＧＩＳの画面上で流域界を定義することにより、任意流域の比流砂量を簡便に算定することができる。

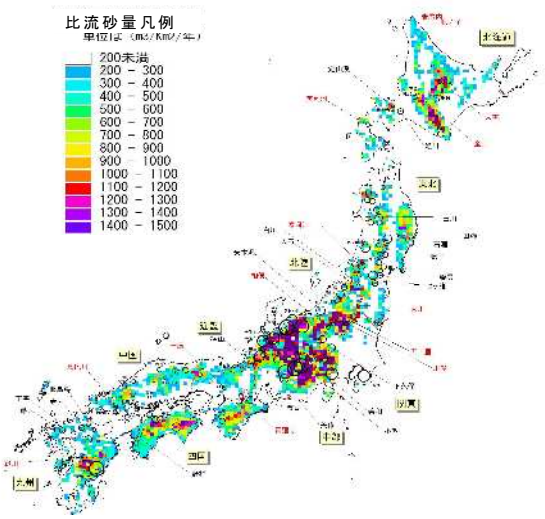


図 6.1　土砂生産量強度マップ

7. 現時点における評価と今後の課題

土砂生産量強度マップは、全国の土砂生産性を概観できるが、任意流域の比流砂量の推計精度はまだ十分ではない。これは全国一律なパラメータを用いるための限界もあるが、一方では用いたパラメータが土砂生産に関わる因子のみであり、今後「比流量」など土砂運搬に関わる因子を考慮することによって精度向上を図れる可能性があると考えている。

8. おわりに

個々の流域特性の違いなどを見極めることは、自然現象の観察・考察に慣れた地質技術者の得意とするところであり、私としてはこのようなデータ解析分野においても、地質技術者の活躍の場を広げていきたいと考えている。

《引用･参考文献》

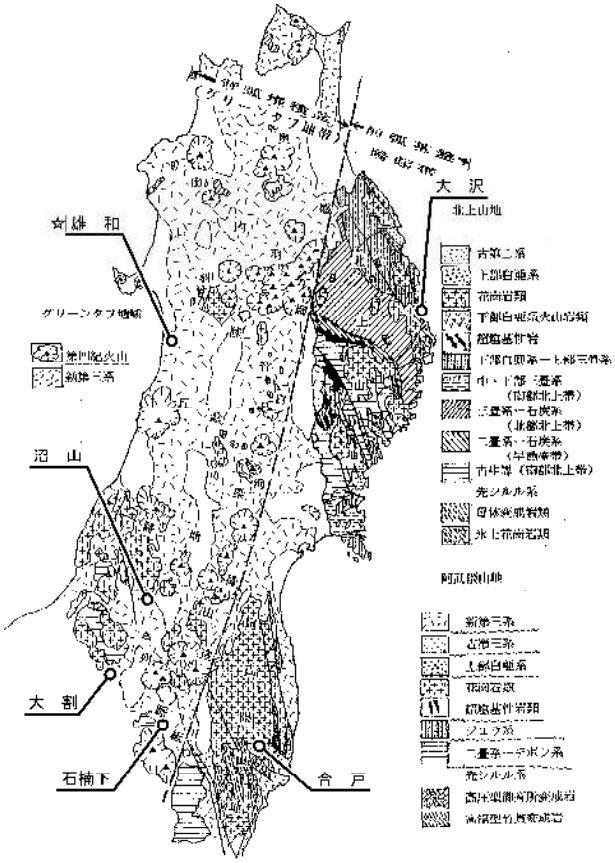
1)(財)ダム技術センター：ダム技術№203, pp.45～53, 2003.8

簡易ＡＥカウント装置を用いた岩盤地すべりの変動要因の考察

○　（財）道路保全技術センター東北支部　阿部大志
日本大学工学部　田野久貴
国際航業株式会社　高見智之

１．はじめに

東北地方での岩盤がすべった災害および簡易ＡＥカウント装置の現場適用方法について紹介するとともにこの装置を適用して得られたＡＥ発生傾向とパイプひずみ計等の変動や降雨などの変動要因を比較検討して地すべりの変動の予兆について考察する。図－１に現場位置を示した。

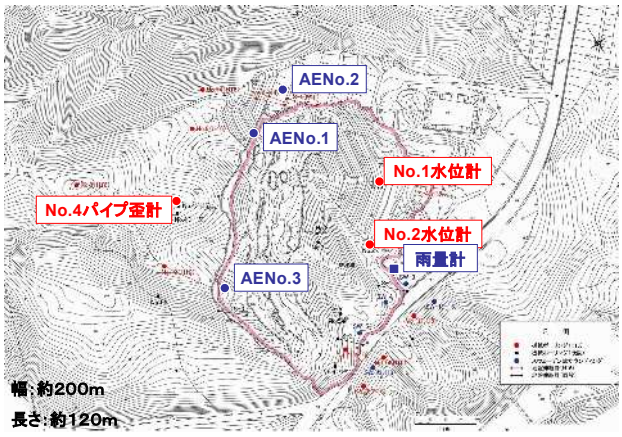


図－１　東北地方における簡易計測の現場

２．岩盤地すべりの現場での計測方法

岩盤地すべりの現場は秋田県雄和町である。地質は新第三紀の女川層であり、主に凝灰岩・泥岩で流盤である。平成 16 年２月に幅約 200m、長さ 120m、厚さ 30m の岩盤地すべりが発生し、県道[1]が通行止めの被害を受けた。

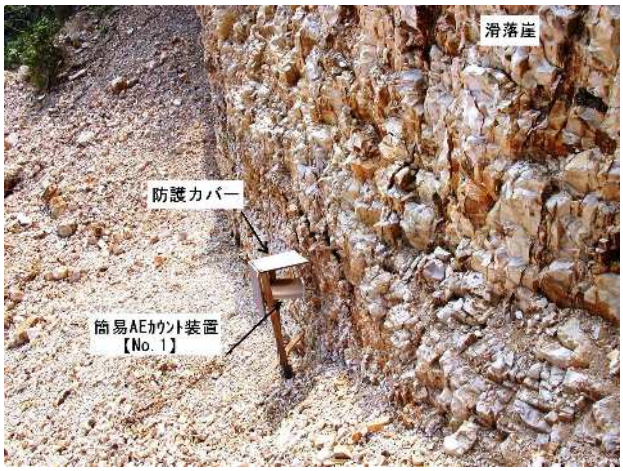
岩盤すべりの平面形状と各計測機器の配置を図－２に示した。孔内水位およびパイプひずみ計観測は既存の調査孔を用いた。ＡＥ計測は滑落崖に簡易ＡＥカウント装置[2]を設置し、計測装置に落石が直撃しないように防護カバーを設けた。各計器の計測条件は表－１の通りである。なお、ＡＥの観測期間は５月下旬の調査ボーリング終了後から７月の対策工事開始までを対象とした。



図－２　計測機器配置平面

表－１　計測条件

計測機器名称	規格等	記録間隔
雨量計	転倒マス型	10 分間
AE No.1～3	アクティブ・ダミー方式	10 分間
No.1,2 孔内水位計	圧力センサー型	24 時間
No.4 パイプ歪	2 ゲージ 1 方向 45m	24 時間



写真－１　簡易ＡＥカウント装置の設置状態

３．　計測結果

パイプ歪計No.４の３～11月の歪み変動状況を図－３に示した。深度 18m と 20m の歪み量は、７月および８月の降雨時に 20～60μの累積性があり 11 月までの累積歪みは深度 18m が 530μ、深度 20m では 710μとなっている。変動レベルは、潜在変動だが８月以降に歪み方向の逆転する傾向が明瞭になっている。

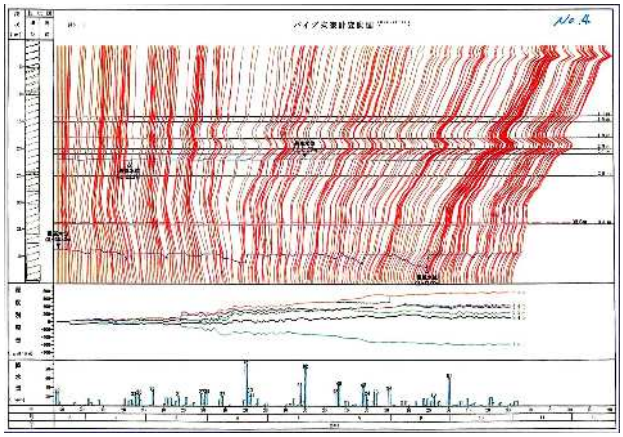
ＡＥNo.１ の発生状況が著しく変化している６月 20 日前後のデータに着目した。図－４に深度 14m､15m および 20m のひずみ量と累積雨量、累積カウント数の関係を示した。降雨に対してＡＥは時間的に約１日遅れで急激に発生していることがわかる。また、ＡＥとひずみの関係は、ＡＥが急激に発生したのとほぼ同時に、不安定な動きを示していたひずみも徐々に累積する傾向を示している。図－５は、ＡＥカウント装置近傍の孔内水位計 No.１と No.２ の孔内水位とＡＥ累積カウント数の関係である。No.１孔内水位のピークが６月 21 日辺りに急激なＡＥ発生状況と重なっていることがわかる。また、No.１および２の孔内水位は降雨に対して敏感に反応していることがわかる。

急増したＡＥ発生状況の変化を図－６に示した。はじめは少しずつ累積しているが、後半のＡＥ発生頻度は大きくなる傾向にある。

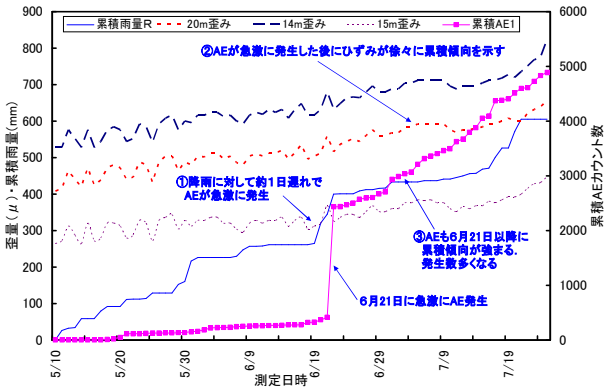
４．　考察

降雨により岩盤に水が浸透していき、１ 日遅れで AE が発生していることから､岩盤がすべる過程でＡＥが発生していることが考えられる。ひずみとＡＥ発生の関係からは、急激な AE 発生に伴って､各深度のひずみが累積する傾向にあることから、深度 14m から 20m 付近に、２ 次すべり面の発生が想定される。孔内水位とＡＥ発生の関係からは、降雨によって孔内水位が変動していく過程で、孔内水位が上昇するのとほぼ同時に、急激にＡＥも発生している。このことから、降雨による岩盤内の水位変動によって岩盤全体が徐々に不安定化していくと考えられる。なお、他の測定孔では顕著なひずみが観察されないので局部的なすべりと考えられる。

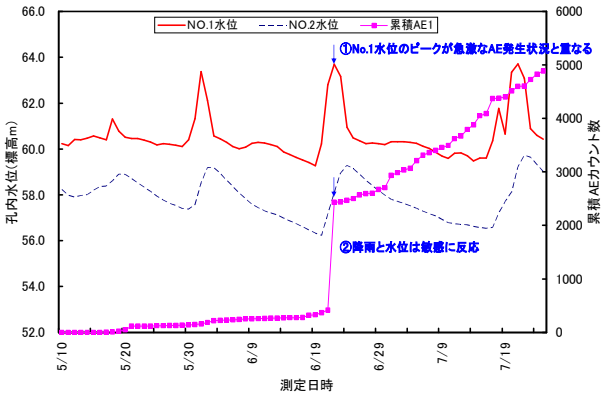
参考文献・引用文献；１）地すべり災害復旧技術研究会(2006)：災害復旧事業における地すべり対策の手引き,pp.135-143,社団法人全国防災協会.　２）田野久貴・阿部大志(2004)：アクティブ・ダミー法による AE カウントシステムの構築と応用,日本応用地質学会東北支部第 12 回研究発表会講演集,pp23-28.



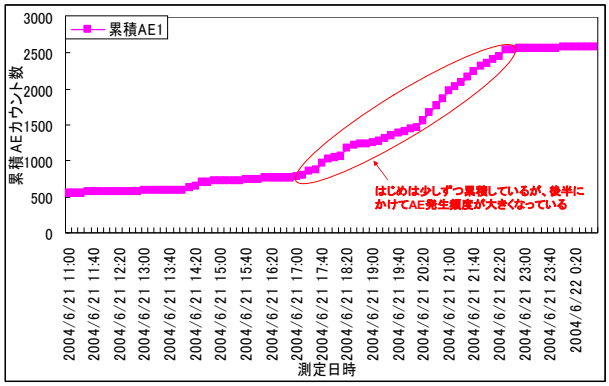
図－３　No.４パイプひずみ計変動図



図－４　ひずみと累積 AE カウント数



図－５　孔内水位と AE 発生状況



図－６　急増する AE 発生の変化

⑤ 福島県南会津地方、駒止湿原における泥炭層の発達過程

長橋　良隆(福島大学共生システム理工学類)
○村上　智昭・藤島　泰隆(株式会社三本杉ジオテック)

１．はじめに

泥炭層は、地盤調査における軟弱地盤処理対策として常に問題視される土質であるが、現世の湿地性水苔・水草類が、泥炭層へと発達する過程について調査したので、今後の土質解析に供していただくため紹介する。

２.駒止湿原の歴史・地形・地質

駒止湿原は戦後から昭和 30 年代後半まで開墾作業が行われていたが､昭和 45 年に学術的価値の高さから天然記念物に指定された湿原であり、大谷地、白樺谷地、水無谷地の３つの湿原からなる。

湿原を覆う泥炭層の下位は新第三紀中新世末（700 万年前）に噴出した、駒止峠層（石英安山岩質熔結凝灰岩）を基盤としている。

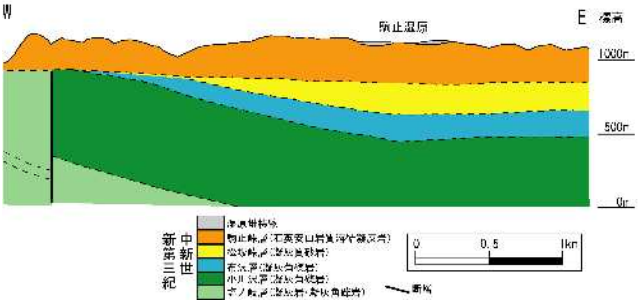


図１　地質構造断面図

駒止湿原付近がどのような浸食状況より現地が形成されたかを確認するため切谷面図を作成した（図３）。浸食が進んだ沢は東西方向に発達しており、湿原はほとんど浸食されておらず、1000m 以上の高原台地を形成していることが判る。硬質な熔結凝灰岩上を流下する水の速度が緩慢で渓谷ができず、各部で停水状態を呈し、沼沢湿地上に水生植物の繁茂が最適な台地であったと想定される。

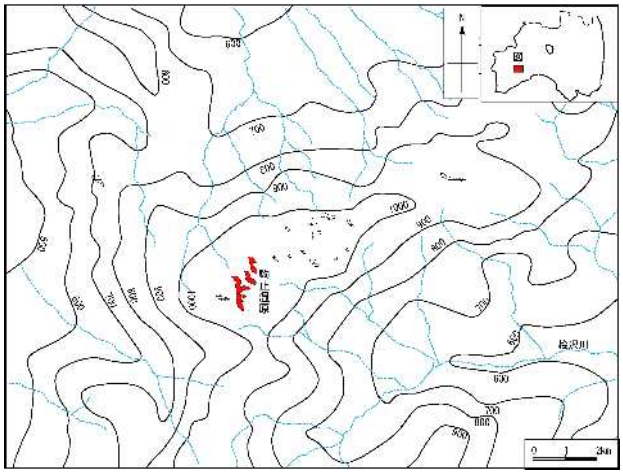


図３　接谷面図

３.湿原調査の方法

３ つの谷地に発達する泥炭層の堆積時期・堆積速度及び賦存状況を把握するため、試料採取目的のボーリングを４箇所・堆積量を調査する目的で、ポータブルコーン貫入試験を 132 箇所で実施した。

ボーリングコアは火山灰・植物遺骸・^{14}C 年代測定の調査試料に供した。

４.泥炭層の堆積

ボーリングの地層状況とポータブルコーン貫入試験の貫入力を対比した結果から泥炭層断面図を作成した(図４)。

各谷地とも、緩傾斜谷地（５°未満）であり、略基盤岩堆積時の表層地形に制約されているようである。比較的開析された枝沢が発達しているが、本流部の出口付近が、いずれも、狭い谷を形成しているため、土砂の堆積により凹地はすべて埋設してしまうはずであるが、山体の高所で集水面積が少なく、

図２　駒止湿原の地形図

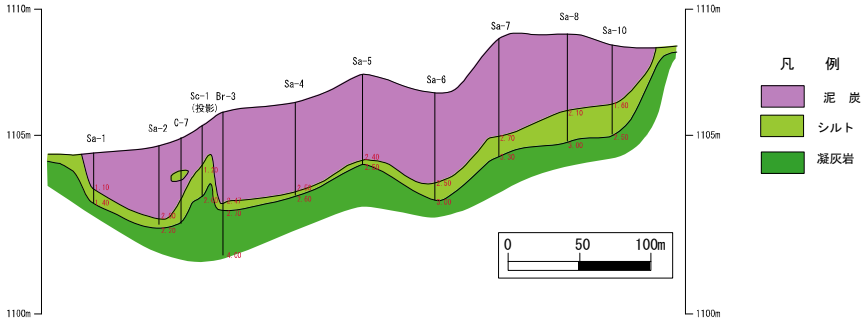


図４　白樺谷地の泥炭層断面図

表流水量・水流が弱く基盤岩への下刻が少なかったため、土砂の移動が極めて少なかったと想定される。

駒止湿原の泥炭層は、^{14}C 年代測定によると、約 3.8 万年前に湿原中で標高の低い、水無谷地に小規模な堆積があり、その後、高原が表層風化に伴う浸食を受け、その凹部が谷地化し、各谷地は 1.7 万年から水無谷地、1.5 万年から白樺谷地、0.5 万年前から大谷地に泥炭が継続的に堆積して現在に至る。

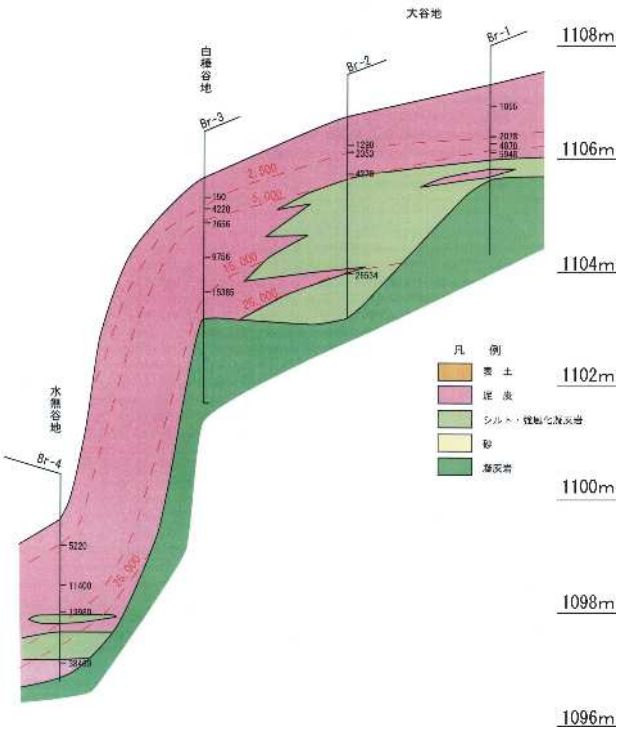


図５　各谷地の堆積年代と標高

泥炭層の堆積状況は、基盤岩の影響が大きく、泥炭層の堆積速度（植物の生産量）は図６に示すようである。

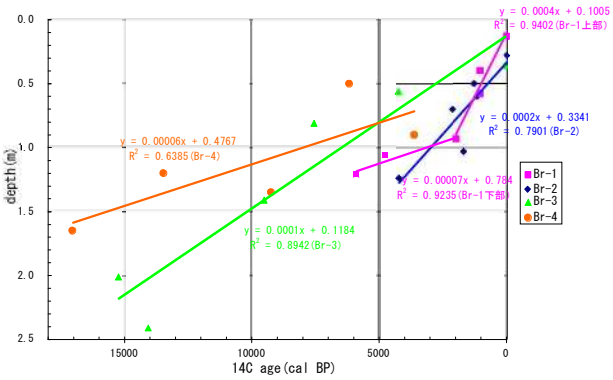


図６　泥炭層の堆積速度

泥炭層の堆積速度は、累乗近似や対数近似するよりも線形近似したほうが良い相関係数を得られるため、これを採用した。

大谷地 Br-1 は深度 1 m付近までは 0.4 mm/year、それ以深では 0.07 mm/year で、Br-2 では 0.2 mm/year である。白樺谷地 Br-3 については 0.1 mm/year で間にシルトを挟まず連続的に泥炭層が堆積している。最も時代が古い水無谷地では、0.08 mm/year と３つの谷地中で最も堆積速度が緩慢である。

湿原の基盤標高から等高線図を作成した（図７）。大谷地では西側斜面が急で、東側斜面の勾配が緩い状態にあり、ほぼ現地形と類似した傾向を示す。このような傾向はすべての谷地であてはまる。

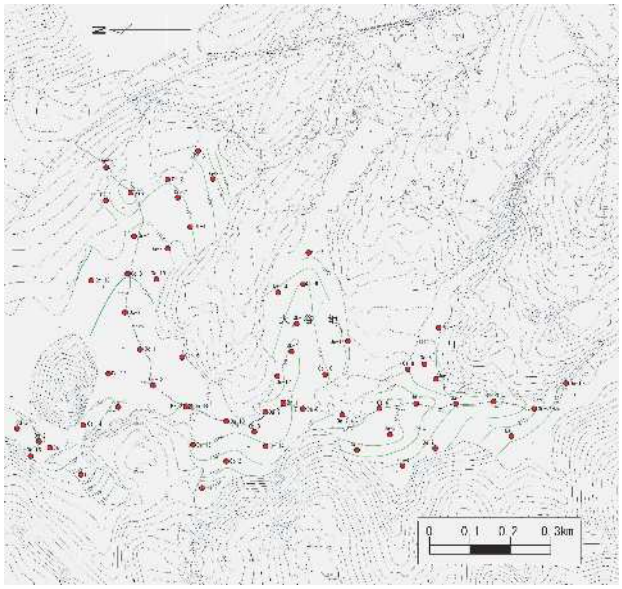


図７　大谷地　基盤等高線図

５.まとめ

湿原の地形はほぼ基盤の地形に影響されていることは、比較的若い湿原で高層湿原となって間もないためであると想定される。

泥炭層の堆積速度が深度にかかわらずほぼ一定であることは、圧密収縮していないことを示している。泥炭層は常に飽和しており、浮力が作用する環境にあるためと想定される。

参考文献

1) 田島町教育委員会・昭和村教育委員会(2004)
駒止湿原保存方策調査報告書
2) 福島県(1980)会津開発地域土地分類基本調査　針生

⑥ 農業地帯における地下水への硝酸性窒素負荷機構調査事例

東北農政局農村計画部資源課　森　一司

１．はじめに

近年、地下水汚染は世界的規模で進行しつつあるが、その中でも硝酸性窒素汚染は肥料や家畜排泄物など農業活動が主な原因とされていることから、農林水産省としても施肥基準の見直しや関係法令の施行などにより環境保全型農業の推進を図っているところである。ここでは地下水水質調査のモデル地区として選定した農業地帯を対象に、硝酸性窒素による地下水汚染の現況調査、現位置試験および地下水シミュレーションを行った事例について紹介する。

２．地形地質と土地利用の概要

調査地域は平行する複数の砂丘列および砂丘間低地から構成され、比高は２～３ｍ、面積は約 10km^2 である。砂丘上では果樹、野菜、たばこが栽培されており、砂丘間低地は水田となっている（図１）。

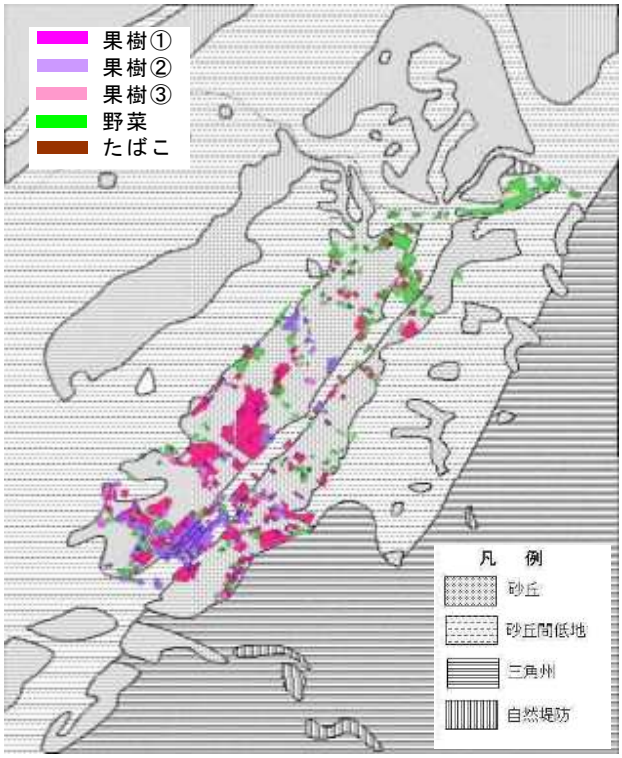


図１　地形区分と土地利用状況

地質は新第三紀層を基盤として、層さ 100m 以上の第四紀層が分布する。第四紀層は砂丘砂および第Ⅰ～第Ⅳ層に区分され、砂丘砂および第Ⅰ～Ⅱ層が沖積層に、第Ⅲ～第Ⅳ層が洪積層に属している。模式地質断面図を図２に示す。

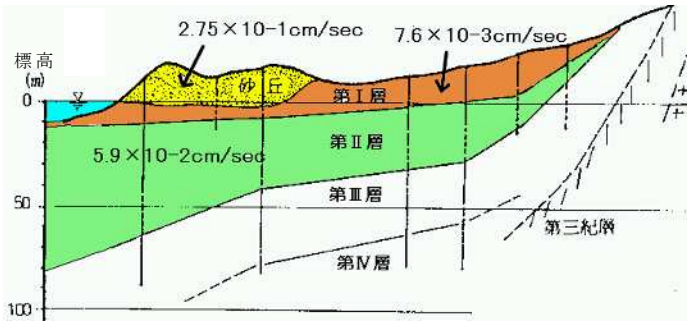


図２　模式地質断面図（数字は透水係数）

３．硝酸性窒素による地下水汚染の実態

農業用井戸および防火用水井戸約 40 ヶ所において水質の一斉分析を行った結果、砂丘に沿って 4mg/L 以上の高濃度域が分布し、これらの中心部では 10mg/L 以上を示した。一方、低地部の水田では概ね 1mg/L 台と低い値であった（図３）。

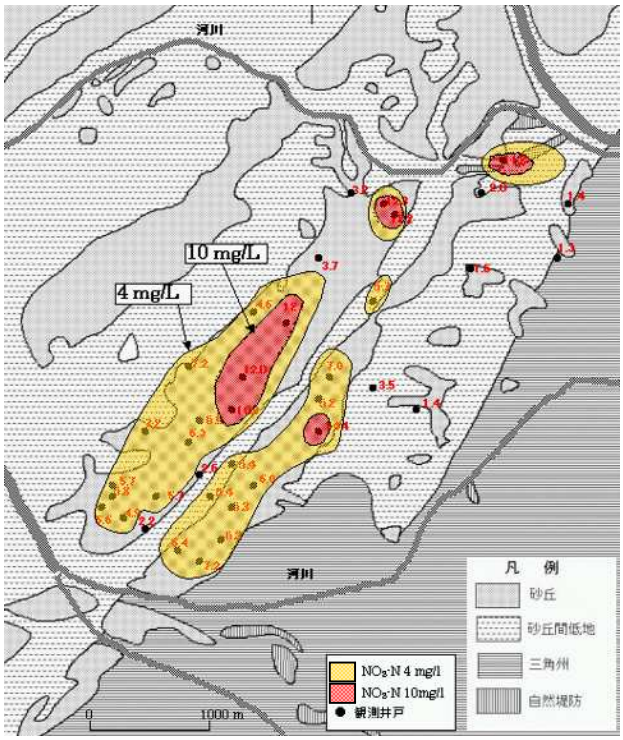


図３　硝酸性窒素濃度分布図(Oct, 1999)

また、濃度の特に高い地域は、地区内の畜産農家から出された家畜排泄物置場ならびに樹園地等で使用される堆肥の仮置場（いずれも野積み状態）の分布とよく一致することも判明した（図４）。

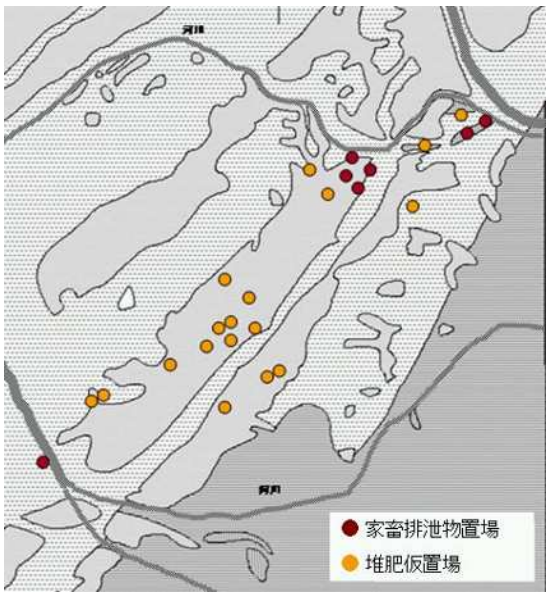


図４　家畜排泄物置場および堆肥仮置場の分布

４．シミュレーションモデルの作成

家畜排泄物置場および堆肥仮置場が本地域における硝酸性窒素の負荷源であると言えるかどうかを検討するため、三次元差分法による移流分散シミュレーションを行った。モデル領域は 5km×5km、深度方向は 60ｍとし、帯水層を砂丘砂と沖積層Ⅰ・Ⅱの３つに区分した。境界条件としては、地区を挟む２本の河川を定水頭境界、降水や灌漑用水からの地下水かん養量は鉛直３段のタンクモデルにより算出し、地下水揚水量はポンプの電力消費量より推定した。作成したモデルにより試行計算を行い、地下水位の一斉観測結果および連続観測結果を用いて内挿検定した（図５）。

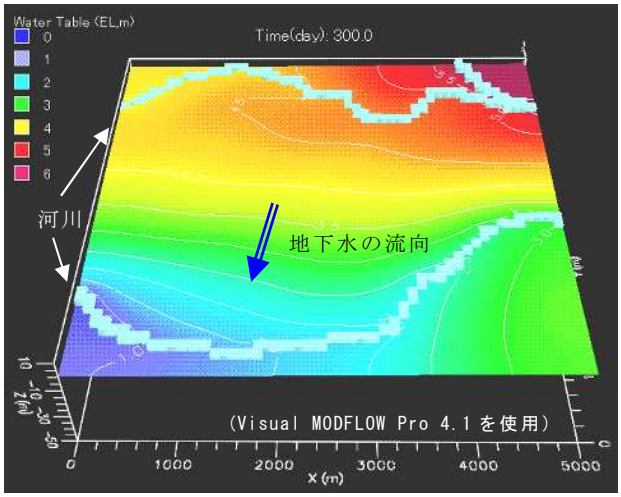


図５　計算された地下水位の分布

次に家畜排泄物置場および堆肥仮置場に、それぞれ 20mg/L, 10mg/L の定濃度負荷源を設定した。なお、硝酸イオンの吸着や脱窒による窒素ガス化等は考慮しなかった。

５．シミュレーション結果

負荷開始から 10 年間の計算により、実測濃度分布をうまく説明することができた（図６）。

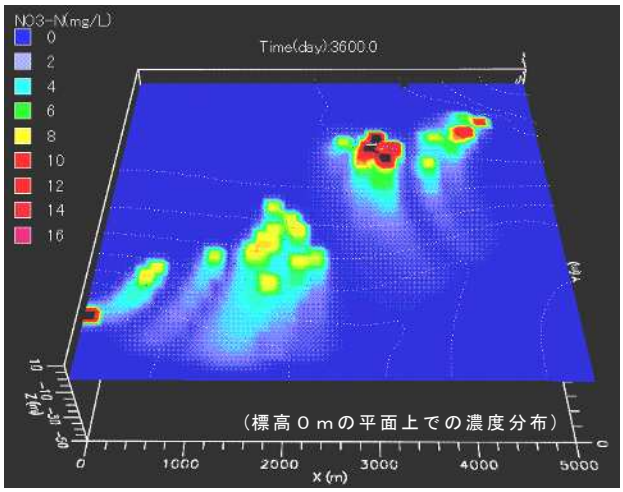


図６　負荷開始から 10 年後の濃度分布

次に、砂丘地にライシメータを埋設して地表に堆肥を置き、浸透水中の硝酸性窒素量を測定した結果、堆肥の上をシートで被覆することにより、地下浸透量が殆どゼロになるという結果が得られた。そこで、負荷開始から５年目にシート掛け等の地下浸透抑制対策が施され、負荷量がゼロになった場合を想定したシミュレーションを行った結果、対策の効果はすぐに発現し、10 年目では地下深部にわずかに残存するのみと予測された（図７）。

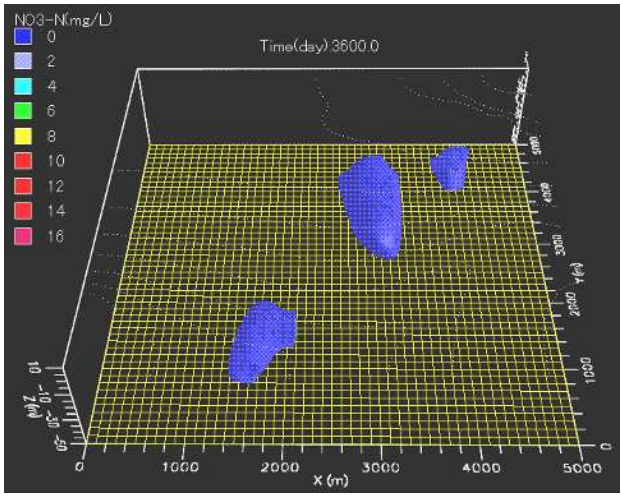


図７　５年目に負荷がゼロになった場合での 10 年後の濃度分布

６．おわりに

平成 11 年に家畜排泄物法（家畜排泄物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律）が制定され、５年の猶予期間を経て平成 16 年から本格的な施行が開始されている。これに伴い農業地帯における地下水の硝酸性窒素汚染は次第に軽減してゆくものと考えられる。

日本応用地質学会　東北支部
第 14 回　研究発表会講演集

平成 18 年 7 月 7 日発行

編　集　日本応用地質学会東北支部事務局
応用地質株式会社　東北支社　内
仙台市宮城野区萩野町 3-21-2　　TEL　022-237-0471
学会 E メール　jseg_tohoku@yahoo.co.jp
ホームページ　http://wwwsoc.nii.ac.jp/jseg/tohoku/