

砂防学会特別シンポジウム
東北地方太平洋沖地震災害調査委員会
「海溝型地震による土砂災害を考える」



岩手大学農学部 井良沢道也

砂防学会・東北地方太平洋沖地震災害調査委員会

(委員長: 鈴木雅一 事務局: 川邊 洋(新潟大) 石川芳治(農工大) 阿部宗平(全国治水砂防協会))

第2班 土砂災害の実態

メンバー:

井良沢道也(岩手大)
石川芳治(農工大)
松村和樹(京都府大)
平松晋也(信州大)
檜垣大助(弘前大)
地頭蘭隆(鹿児島大)
執印康裕(宇都宮大)
馬淵 泰(高知工大)
小山内信智(後藤宏二)(国総研)
原 義文(小山内信智)(土木研)
池田曉彦(砂防センター)
小川紀一朗(アジア航測)
島田 徹(国際航業)
鈴木 崇(パスコ)
森島成昭(日本工営)
田中善治(朝日航洋)
山下伸太郎(地図総合コンサル)
鈴木浩二(中日本航空)

紹介する内容

全体に国交省河川技術開発課題
「地震による斜面変動の実態把握と特徴の類型化」の成果を活用させていただきます

I. 衛星写真や航空写真、航空LP測量による広域調査(分布、規模、形状)

II. 現地調査による実態把握

- ①岩手県
- ②宮城県
- ③栃木県
- ④茨城県

III. 代表的な災害地の集中合同調査: 2011年9月10日~11日

福島県

- ①いわき市桜本(岩盤崩壊)
- ②いわき市上釜戸(初生地すべり)
- ③いわき市才鉢(岩盤崩壊、地すべり)
- ④白河市葉の木平(崩壊性地すべり)、白河市岡の内、いわき市田人町石住地区
- ⑤航空LP測量データによる湯ノ岳・井戸沢地震断層

IV. 砂防・治山構造物などの施設災害

V. 土砂移動によるライフライン等の被災が、社会的・経済的に与えた影響

VI. 地震被害の実態把握と地震後の地下水挙動の変化(長野県栄村・中条川上流)

VII. 今後のとりまとめ

東北地方太平洋沖地震 地震の揺れと震度

継続時間の長い揺れ
広範囲な強震域

●本震の揺れ

約6分間

●強震(震度5以上)の継続時間

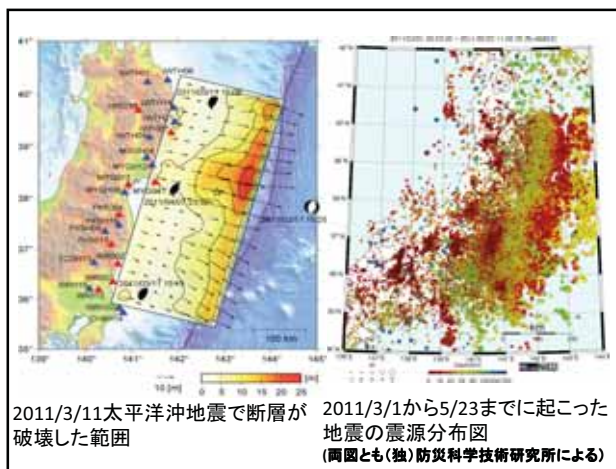
青森県~神奈川県

約120秒

いわき市小名浜

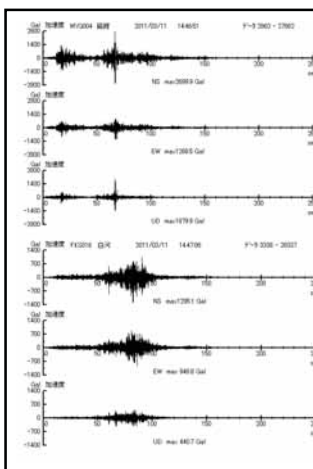
約190秒

(気象庁)



2011/3/11太平洋沖地震で断層が破壊した範囲

2011/3/1から5/23までに起こった地震の震源分布図
(両図とも(独)防災科学技術研究所による)



地震波形(上:宮城県築館、
下:福島県白河)

((独)防災科学技術研究所による)

最大加速度は、宮城県築館で
2800gal,
福島南部の白河でも1400gal

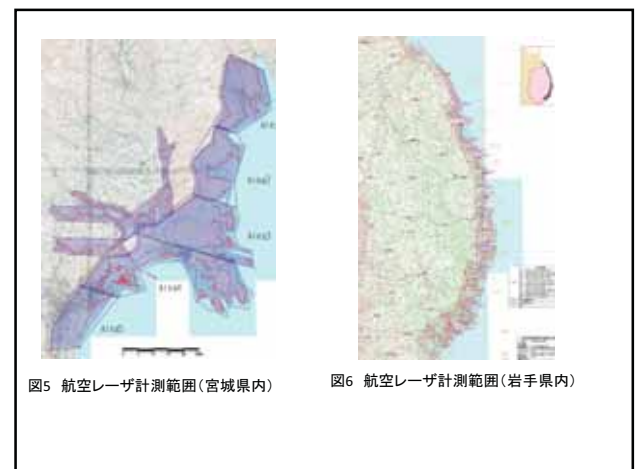
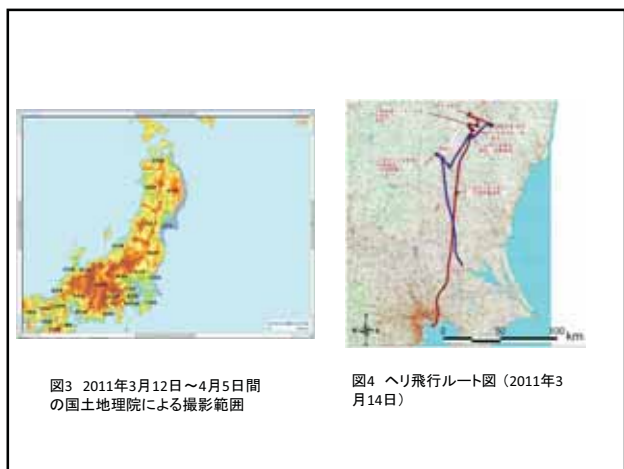
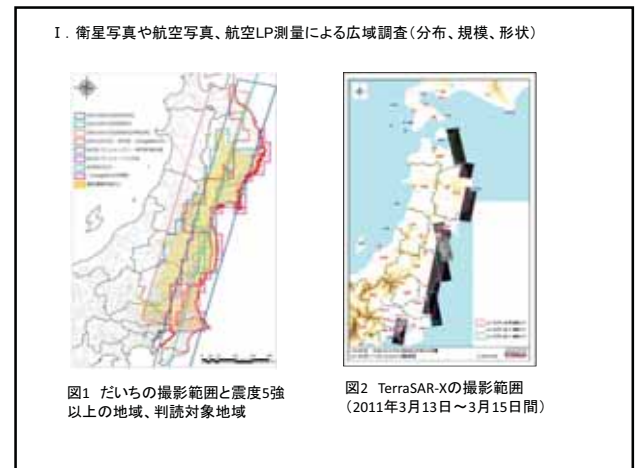
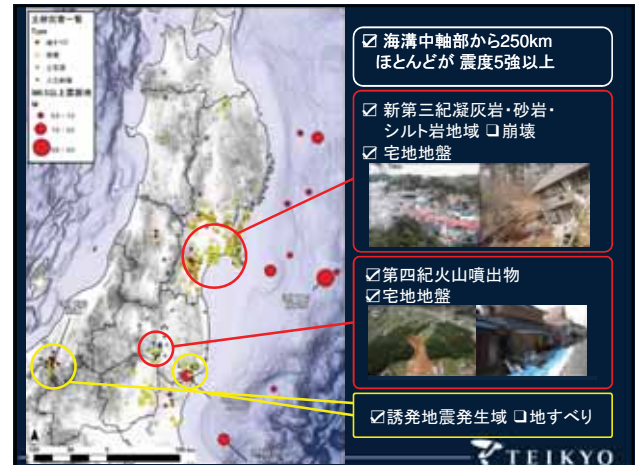




図7 崩壊地判読結果

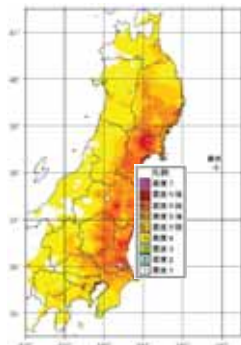


図8 推計震度分布

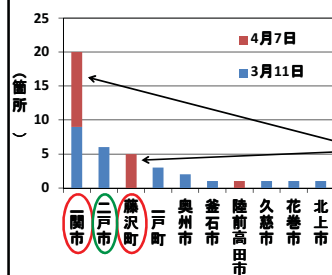
Ⅱ. 現地調査による実態把握

- ①岩手県
- ②宮城県
- ③栃木県
- ④茨城県
- ⑤長野・新潟県: 長野県栄村・
中条川上流

①岩手県

岩手県内では41箇所(注)の山地・斜面崩壊が発生(岩手・宮城内陸地震では796箇所)、崩壊による死者は無し。

(岩手県森林保全課、砂防災害課調べ)



・崩壊箇所の分布は、
県南と県北の特定の
地域に偏って存在。

・4月7日の余震に伴う
崩壊は、県南でのみ
発生。

2011年4月7日 一 市東山町で発生した崩壊、今後も 性が る



2011年3月11日 宮 市藤原町で発生した 土斜面岩盤崩壊
→今 はこのタイプは 常に少ない



2011年4月7日 一 市で発生した崩壊、対 工の 果は 実



岩手県森林保全課

2011年4月7日 一 市で発生した崩壊、河川の1/3



2011年3月11日 二戸市石 所で発生した宅地造成箇所の地すべり



約10m移動

2011年3月11日 二戸市石 所で発生した宅地造成箇所の地すべり



岩手県で発生した山林火災に いて 国交省砂防部

図

岩手県

① 岩手県宮 市田 地

② 岩手県下 山田町 地

③ 岩手県上 大 町

山火事の発生範囲に いて土砂災害の 発生が される

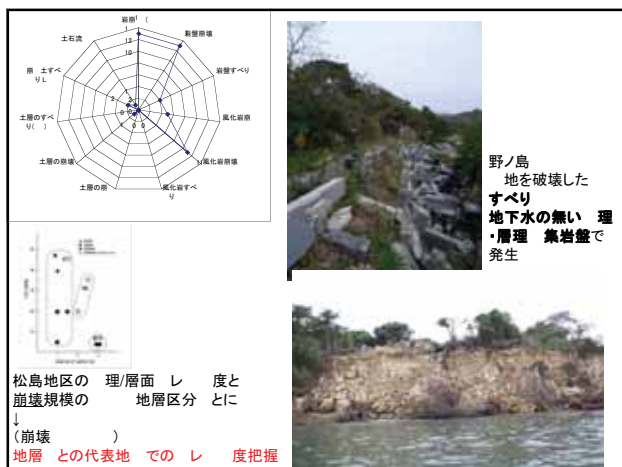
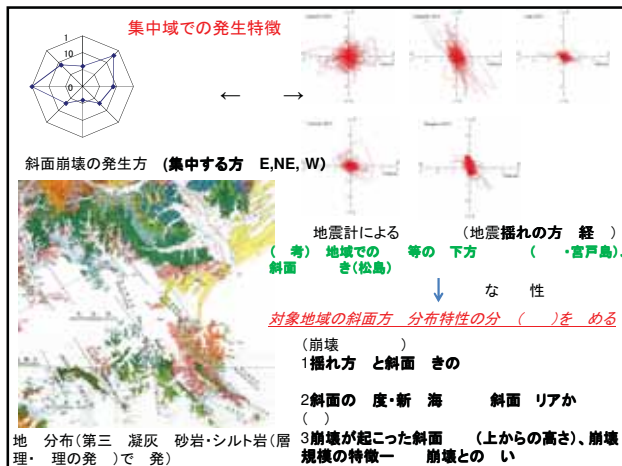
【現在の状】

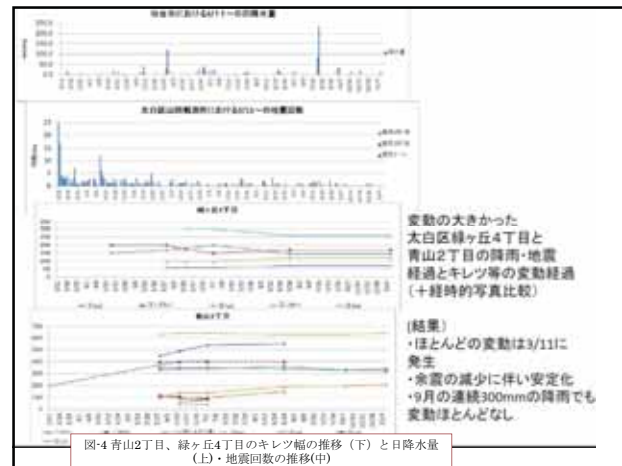
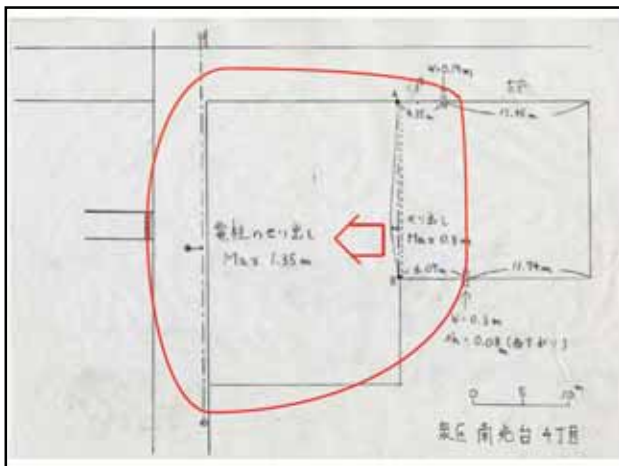
- ・ 市町も め、 地域 の陸 のア セスが 常に。
- ・ 津波で壊 的被害を被った市 地 後の山地の 生が山火事で
- ・ 現在 は、 火した景。

2011年3月11日 大 町で発生した山林火災



②宮城県





まとめと今後の

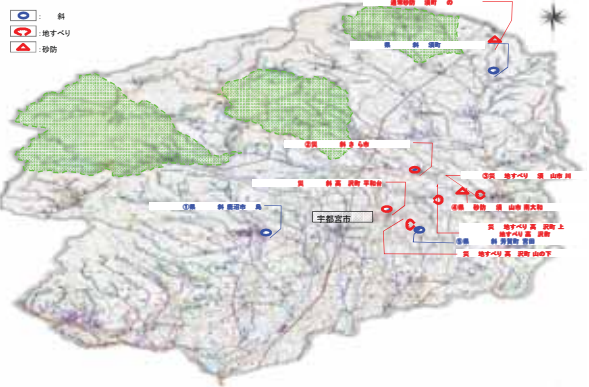
全体に震度 以上が広範囲で、本県での東北地方太平洋沖地震による土砂災害の発生は 全域に んだが、 対的に 岩(新第三紀以)からなる 地域で発生が かった。中でも海 の発 する松島 周辺で岩盤崩壊が 発生した。 の発 した岩盤からなる に が発 する 合に のやや上方から崩壊しやすい。宅地の斜面変状では、長い強震動でい かの小 で 下・ 性変形やすべりが生 した。 今後、地震動の強さ・周 方 と崩壊や地すべり発生の が で る。

③栃木県

栃木県 土砂災害対 事業 定箇所 図

	別	箇所	崩壊高	崩壊	斜面	考
1	斜	那須市 貝島			0	斜面上部
2	斜	さ 市				斜面上部
地すべり	那須野国山 川西		0	12	と希死	
砂防	那須野国山 南大和久		0	0		
斜	芳賀町 宮山西				22	斜面上部
地すべり	那 沢町 上	0	0	0	22	地盤延長 約900m
地すべり	那 沢町 山の下				1	斜面上部
斜	那 沢町 早和台	21	0			
10砂防	那 沢町 の	0	100			
11	斜	那 沢町 家坪				斜面上の 石 定化

栃木県 土砂災害対 事業 定箇所 図



栃木県・茨城県内土砂災害地調査（4月28-29日）

1. 茨城県久慈郡大子町「浅川地区」
崩壊地規模：幅約100m、斜面長約90m
地質：新第三紀中新世三浦層群



図-2 調査箇所位置図



写真-1 浅川地区地すべり全体写真（下部から上部を望む）



写真-2 浅川地区地すべり滑動地（下部から上部を望む）
古い地すべりの滑動層があり、その少し下部で再活動した。

2. 栃木県那須郡那賀川町「押野地区」の崩壊

崩壊地規模：幅約60～160m、斜面長約140m
地質：上部（表層部）はローム
下部（基盤部）は石炭～ジュラ系堆積岩類



写真-3 押野地区の崩壊全景、崩土は流動化して約200m押し出している。



写真-4 押野地区の崩壊の滑動層、地質はローム

3. 栃木県那須野国山市「八ッ代地区」

規模：幅約70m、斜面長約160m
地質：上部（表層部）はローム
下部（基盤部）は更新世上総層群



写真-5 八ッ代地区の崩壊地全景、



写真-6 八ッ代地区の崩壊地の滑動層、崩の上部は緩土部となっている。
（台地上部に樹を造成した時に切上を盛ったと考えられる）

4. 栃木県那須野国山市「藤田地区」

規模：幅約100～150m、斜面長約350m
地質：上部（表層部）はローム、溶結凝灰岩
下部は中新世三浦層群



写真-7 藤田地区の崩壊全景、河川の攻撃斜面、崩土は河床部に堆積したが大きな被害はなかった。



写真-8 藤田地区の滑動層、地質はローム、

写真-10 喜連川、お丸山公園地区の崖上部のクラック、延々と約500m続いている。

写真・12 神長地区の崩壊地部、右は栗の果樹園造成地、崩壊部の主体は谷地形部

電算：統計部所負責電算（HCL 4.0 編輯）



關上 平康司

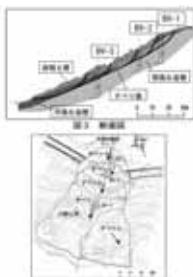


圖 4 總平均日運動時間率圖表

被災箇所周辺では高さ40cmが観察され、幅約40cm、長さ約50cm、最大量産約10cmの地すべりが発生した（写真3参照）。道路上に延長約70mに亘って地すべり移動した地盤とそれに伴う崩壊土堆が露出した。通行中の自動車もこの地、アスファルト層腐食・ガードレール、路面・水溝などが影響を受けられ破壊された。

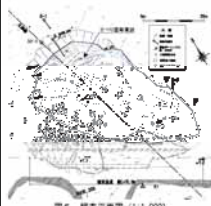


图5 調查平壤圖 (1:1,000)



军武止 2003年第4期

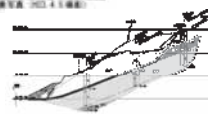


图6 黔东南地区 (1:1,000)

2. 3 小野地区の直達性地すべり

(1) 発生概要

たか飯形において、幅140m、高さ20m、地すべり厚さ10m、地すべり土体厚20,000m³の地すべりが発生した。周辺への土砂流出は極めて少なかったが、事前に陥没が主として発生していた。



図7 平面図



写真2 崖地で確認した本域部の土壌変質

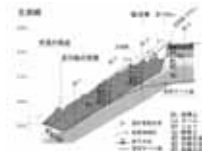


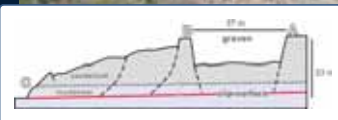
図8 断面地質断面図

Ⅲ. 代表的な災害地の集中合同調査 (2011年9月10日～11日)

福島県

- ①いわき市上釜戸(初生地すべり)
- ②いわき市桜本(岩盤崩壊)
- ③いわき市才鉢(岩盤崩壊、地すべり)
- ④白河市葉の木平(崩壊性地すべり)等
- ⑤航空LP測量データによる湯ノ岳・井戸沢地震断層

①いわき市上釜戸地区



①いわき市上釜戸地区

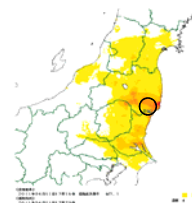


図1 推計震度分布図と調査地
(2011年4月11日17時16分の福島県浜通りの地震)



図3 断層分布図

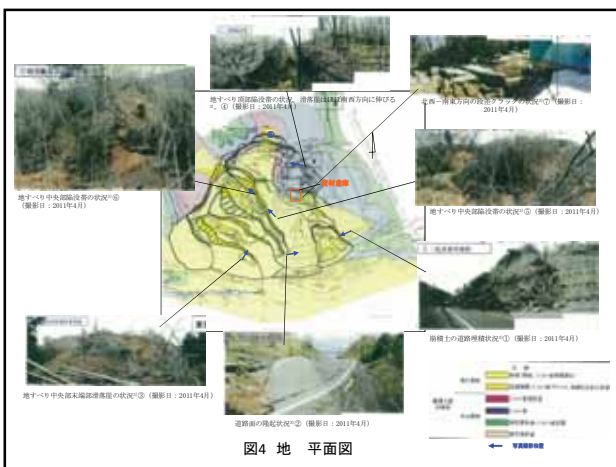


図4 地平面図



図5 地すべり変

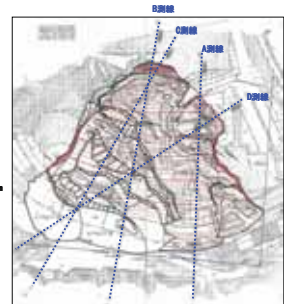


図6 測 図



図5 地すべりコンター図



写真2.2.2(8) II-1, II-2ブロック付近の状況。土塊が除石されている。東側から西側を望む。(撮影日：2011年9月10日)



写真2.2.2(9) 道路の仮復旧状況（押し出された土塊は除石されている）(撮影日：2011年9月10日)



写真2.2.2(10) 道路の仮復旧状況（押し出された土塊上に道路が仮復旧されている。）(撮影日：2011年9月10日)

②いわき市桜本(岩盤崩壊)

いわき市内 白水町

- ・本震(3/11)による岩盤崩壊
- ・高さ35m、40m
- ・震度 6
- ・震 からの 約210km



写真2-2

③いわき市才鈴(岩盤崩壊、地すべり)



才鈴崩壊A
4月14日
結 岩
岩盤 リープ
型斜面
斜面



③いわき市才鈴(岩盤崩壊、地すべり)



才鈴地すべり
型斜面
結 岩・崩 土状
すべり面は 面より上
頭部に の 大・岩盤 リープ
動した 合 河道



④白河市栗の水平(崩壊性すべり)等

福島県白河市「栗の水平地区」
規模：幅約100m、斜面長約130m、堆積部長さ：約100m
地質：ローム、スコリア
死者：13名



写真-13 栗の水平地区の崩壊地の上部



写真-14 栗の水平地区の崩壊地のすべり面付近の粘土層



④白河市岡の内 国土交通省砂防部

東北地方太平洋沖地震により福島県白河市大楢戸(岡ノ内)において土砂災害が発生し、死者1名、人全壊1戸の被害が発生。



福島県白河市「岡の内地区」

規模：幅約50m、斜面長約100m、
地質：ローム、スコリア
死者：1名、全壊：1戸



写真-16 岡の内地区の崩壊地上部



写真-15 岡の内地区の崩壊地全景

④いわき市田人町石住地区白河市岡の内



福島県いわき市「田人町石住地区」(5月3日調査)

崩壊部規模：幅約50m、斜面長約250m、
地質：第三紀 砂岩、泥岩(堆積岩)
死者：3名
発生原因：4月11日の余震による



写真-18 田人町石住地区の崩壊地頭部、層理面が約45度の流れ面となっている。



写真-17 田人町石住地区の崩壊地全景、井戸沢断層(地震断層)からは約4km位の地点付近に他の崩壊は見あたらない

⑤地震断層(ノ平断層、湯ノ岳断層)

◆塩ノ平断層(井戸沢断層)

野町 木～田人町 人(た うど)
約11 km
断層が断続的に分布
上下変 量は 下で約0.8-1.8 m
れ変 量が30 cm内

東京大学地震研究所





⑤地震断層（ノ平断層、湯ノ岳断層）

航空レーザ測量および空中写真のデータから陰影図、陰陽図、オルソ写真図を作成して、地表地震断層による変動地形を判読し、その結果を基に現地に位置、形状、変位量の検証を行った。計測日：5月18日
発射回数：10万Hz 照射密度：7.3点/m²



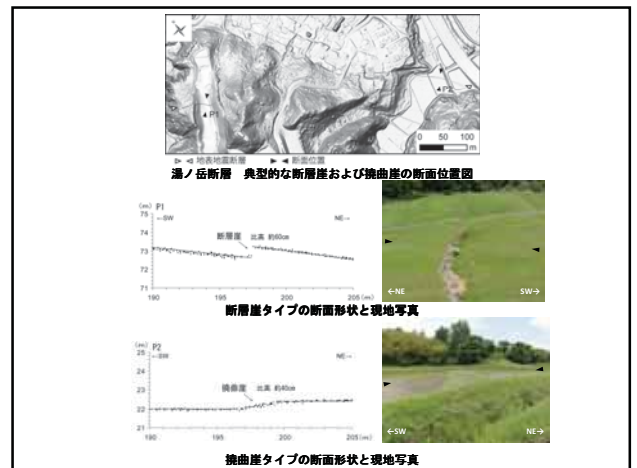
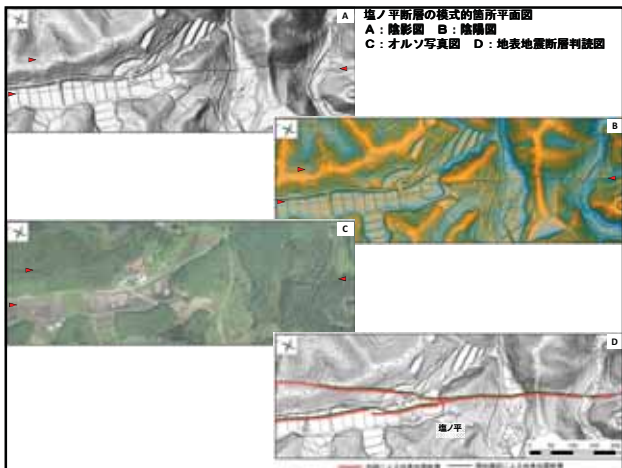
陰陽図による地形判読



計測範囲と推定断層



地震断層の現地確認



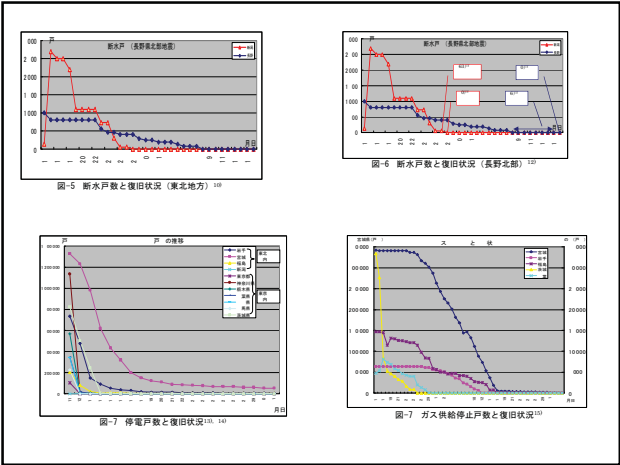
IV. 砂防・治山構造物などの施設災害



東北地方太平洋沖地震による砂防施設のな被災状況（本省防災課：被害より）

- 砂防施設
- ・流工の崩壊、崩れ（宮城、福島県）
- ※被災事例は無し
- 地すべり対策施設
- ・工破（茨城県）
- ※造成宅地に与える被災を
- 斜面崩壊対策施設
- ・のり、壊等（岩手、宮城、福島、茨城県）
- ・防等の破、壊（岩手、宮城、福島）
- ・工の破（岩手）
- ※造成宅地に与える被災を

V. 土砂移動によるライフライン等の被災が社会的・経済的に与えた影響



土砂移動によるライフライン等の被災が社会的・経済的に与えた影響

月2日時点で内閣府から発表された被害推計¹⁹⁾では、建築物等の被害約10万戸、ライフライン施設の被害約1万9千戸、社会インフラ施設の被害約2万2千戸、農林水産物の被害約19万9千頭、の約1.1倍、総計で約19万9千頭、で、大震災の総計約9万9千頭（国土庁）を大きく上っている。

この大規模かつ広範囲な被害のたる原因は、地震時の地盤変動と津波によるもので、土砂移動による影響は、みなが知っているが、土砂移動による被害は、作業をいかに早く完了させるかに、時間を長く化させている。地震のものの社会的・経済的影響と土砂移動による影響を、し、定量的にすることは、常に、しいが、以下に土砂移動が与えた影響を推定もめ理する。

社会的・面に与えた影響

土砂移動によるライフライン被害により、までに長期間を要することで、社会インフラの作業のものを、長く化させ、作業全体に影響を及ぼした。

土砂移動による道、被害により、交通流通は長期間断絶されて、現時でも土砂移動による被害箇所の、がなされていない地区が、っている。これは土砂移動特の被害で、崩壊の、大、地すべりの、活動化等によるもので、る。このような土砂移動に伴う崩壊、大、地すべりの、性は、ライフライン、全、に、んでいる。

宅地や道の、土区間でも、地すべり発生による影響を調査し、全性を保つまでの、間は、対、できないことによる、長く化や、通常の、作業に、べ土砂移動対、を実施するための、長く化という形で、影響を、たえた。また、崩壊や地すべりが発生した箇所の周辺に、する、斜面や地すべり、箇所では、余震による土砂移動の、性が、され社会的、を、大、させた。も、め、による、は、約1,000（うち長野県北部地震は約1,000）で、った。

余震も、震度以上の地域内に、る土砂災害、箇所は、212市町村、2,92箇所に、んだ。土砂移動の、性の判断は、に、存するため、国土交通省の、による、（も、め、の、べ人員111名、の、べ2台）や、による、度（）が実施された。

このように土砂移動による社会的・面に与えた影響では、の、長く化、崩壊・地すべり、大による、社会的、大、な、対、人員が、となっている。

経済的 面に与えた影響

経済的な影響では、工 被害による生 少(全国に影響)や による経済の え み 用の 少 による経済の 活性化が えられる。これらは土砂移動による影響のみではな 大規模災害が発生した 合に一 的に えること える。

土砂移動による 的な影響は ライフライン被害の までに長 間を することで 経済的にも影響を している。一 的な 作業に べ 土砂移動による被害では調査 間の長 化や対 施設の設計・施工 用が となる。

交通 は経済流通の 盤で り 交通 の の れは経済 の れに ながり 全 に影響を している。

造成地や山間に る地すべりや 斜地での崩壊は 人の 被害を 大させている。特に 地すべりの発生は 水道や下水道 ス等の地中 を 断させ大きな被害を発生させた。造成地の 地すべりや 斜地の崩壊は 宅地 のもの も 下させる。

土砂移動による文化 や 源の大きな被害は されていないが 東松島市や松島周辺の海 斜面 での崩壊が されている。これも津波による 大な被害に べれ 小規模では るが は ない経済的な で り経済的に影響を与えているといえる。

土砂移動による経済的 面に与えた影響では 的な影響として一 的な に対して対 施設を 伴うことによる 用の 加や の 下 間的な影響として の長 化による経済流通の れや文化 の被災に伴う経済活動 の影響が となっている。

Ⅵ. 地震被害の実態把握と地震後の 地下水挙動の変化(長野県栄村・中条川上流)



2011年長野県北部地震による栄村・中条川上流の土砂災害とそれ対応

災害発生から現在までの経緯
余震&融雪・降雨
土砂災害：大規模崩壊(流山)⇒湛水⇒土砂堆積部の越流

調査：空中写真・地形計測、ボーリング調査→24年度も継続観測する予定
・地すべり性崩壊によって、地質構成や層序を維持したまま滑り落ち、河道に堆積したことが 分かった。
・深度55.13mが崩壊時堆積物と地山(魚沼層)との境界
・コア内の地下水位は、掘削時には深度36m、最大で深度21m。
・地下水検層の結果、多量の地下水が流動している。
→堆積物は、地質構成を維持したまま滑り落ち、堆積したもの(流れ山)であるので、現在では安定しているが、現在も湛水しており、豪雨等による地下水位の上昇時には、注意を要する。
→上流側の土砂堆積についても、ボーリングによる詳細な地質調査が急務。
→堆積土砂上の樹木が、どこから崩落したものか(年輪調査)
湛水池水位 河道水位
・29mm/3hourの降雨(7/28)で、2時間後に湛水池および下流河道の水位がピークに達し、3時間後にボーリング孔の地下水位がピークに達した。
・41.5mm/4 hourの降雨(7/30)で、2時間後に湛水池の水位がピークに達し、3時間後に下流河道水位が、4時間後にボーリング孔地下水位がピークに達した。

工事(河道開削・減勢工・仮設道路・導流堤)

流出の現状と今後予想される状況
→現在とりまとめ中

Ⅶ. 今後のとりまとめ

今後のとりまとめ方

1. 初の第2班の実施 をさらに 実らせていきたい

発生事象が 常に広範囲にわたって り、 の類型化に めたい。たとえ 、地 では

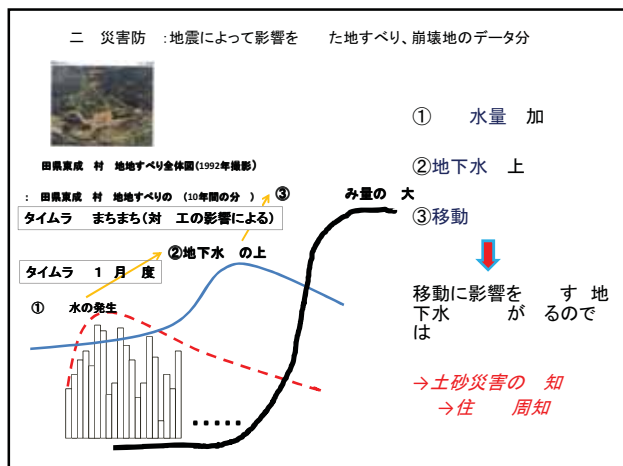
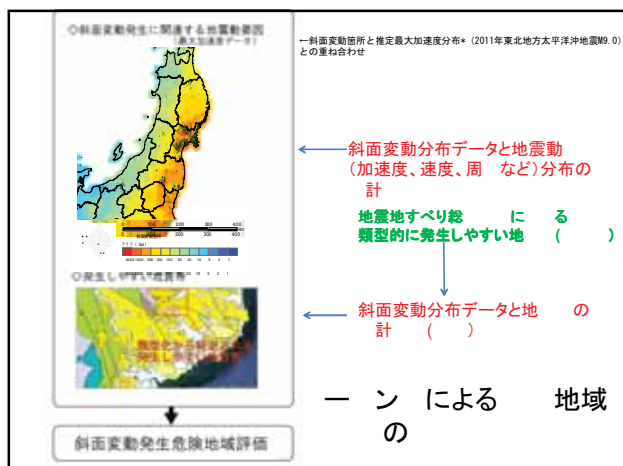
1. 新第三紀凝灰岩・砂岩・シルト岩地域
2. 第四紀火山噴出物広域分布地域
・内陸型地震発生地域
・造成宅地での斜面変状の広域発生(仙台市)

今後、地震動の強さ・周 ・方 と土砂災害発生 の が である。
れにより土砂災害の形態の類型化 な との 果 、メ ムの

2. 海溝型地震と内陸 下型地震の土砂災害に与える影響との い

・地震による土砂災害の 災を して

地震により土砂災害が発生すると される 所の規模や被害の発生区域の の推定 手 など に する が る。また、地震災害は 発的で り、 災害のように気象 に いて時間的余裕の る 行動がとれないだ に、住 の 知 、 助 を高める 活動の は高いといえる。





設の 前に崩 斜面 大 ・高 水地区

大 町小 の高 水地区の 設住宅は5月に土砂崩れが起きた斜面が の前に る。9月に った台風15 で が出され、 所で一 を かした はまだ新し 、住 は常に を えながら らしている。「 が ったり余震が るた い」。斜面の 工事が わるのは2012年度 の 定。土砂崩 の を知らせる センサーを りに、 の日 が続 。

斜面から 員約6メートルの町道を んで 設住宅が んでいる。 は水田や原野だった 地。 設中の5月15日 に 6メートル、高さ 5メートルにわたって土砂が崩 し、町道は今も通行 めのままだ。地 りを する「 さえり土」の 工事は1 日にようや わった。



【写真 5月に土砂崩れが起きた が 前に る 設住宅。 を知らせる がた た り、住 は常に を えながら らしている 大 町小 】岩手日 社



山(宮城県 川町) 特定 用斜面保全事業

