

自然地理学オンラインセミナー

地形学と空間情報科学

— 私的な話題の提供 —

小口 高

東京大学空間情報科学研究センター

簡単な自己紹介

- 主要な専門：地形学とGIS
- 考古学者、水質研究者などともコラボ
- 日本人としては国際学術誌の編集に多く関与。特に Elsevier の Geomorphology では2003～2019年に編集委員長の一人
- ツイッター (@ogugeo)

昔話について

- 登壇者は雲の上の人たちとの説
- 学生時代の話をとという要望
- 科学史的な話は重要：優れた研究者も一時代の歯車に過ぎないので
- よって昔の経緯の話も聞く意味あり
- 二十代までの話を多くします



霧ヶ峰



高校時代：理系だが地理が面白い

(c) 早成地形

(a) 早成地形の成り立ち

河川に沿って
扇状地
沖積扇
沖積平原

(b) 沖積扇

(c) 沖積平原

(d) 沖積扇

(e) 沖積平原

(f) 沖積扇

(g) 沖積平原

(h) 沖積扇

(i) 沖積平原

(j) 沖積扇

(k) 沖積平原

(l) 沖積扇

(m) 沖積平原

(n) 沖積扇

(o) 沖積平原

(p) 沖積扇

(q) 沖積平原

(r) 沖積扇

(s) 沖積平原

(t) 沖積扇

(u) 沖積平原

(v) 沖積扇

(w) 沖積平原

(x) 沖積扇

(y) 沖積平原

(z) 沖積扇

1. 沖積扇 2. 扇状地 3. 沖積扇 4. 扇状地 5. 沖積平原 6. 扇状地 7. 沖積平原 8. 扇状地 9. 沖積平原 10. 扇状地 11. 沖積平原 12. 扇状地 13. 扇状地 14. 扇状地 15. 扇状地 16. 扇状地 17. 扇状地 18. 扇状地 19. 扇状地

工学志望で大学入学：ハイジ現象発生

アルプスの少女ハイジ
原作 ヨハンナ・スピリ

理学部地学科
地理学コースへ

Oguchi T / 小口 高
@oguchio

ハワイ・カウアイ島北部のナ・パリ海岸に沿う山地の空撮写真2枚。 bit.ly/2IRHU8e bit.ly/3340JYx ハワイ諸島の中でも古い火山で長期間侵食を受けており、年間1万ミリを超える多量の降雨による侵食の力も大きいことを反映した地形。一方で多湿のため急斜面も植生に覆われている。

午前7:43 · 2020年11月21日 · Twitter Web App

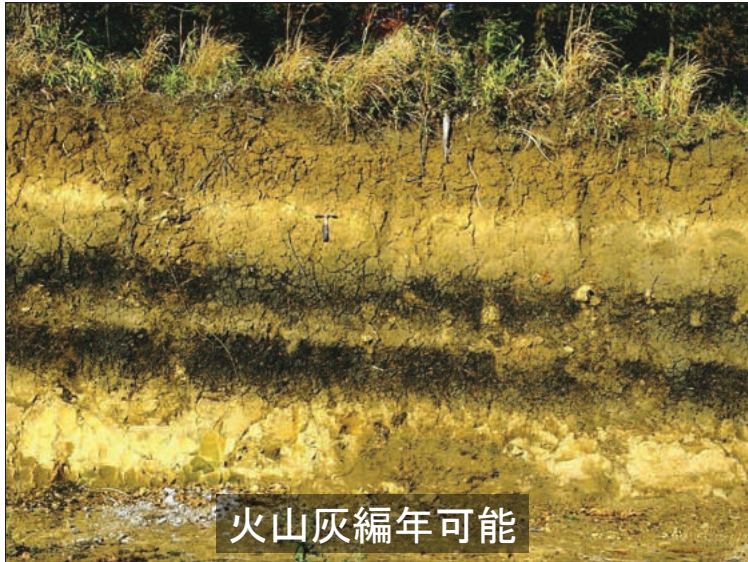
山 ツイートアクティビティを表示

61 件のリツイート 2 件の引用ツイート 283 件のいいね

大学三年生の春休み：九州一人旅

地形の箱庭！ 卒論のテーマに

河岸段丘



火山灰編年可能



扇状地



緩斜面



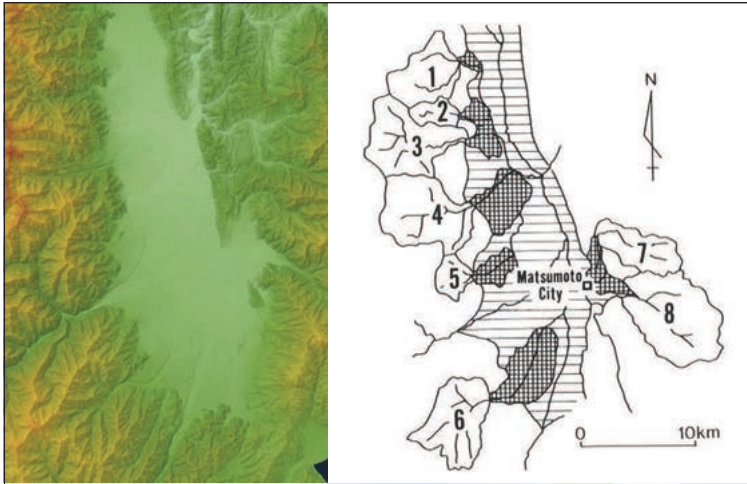
緩斜面の
堆積物



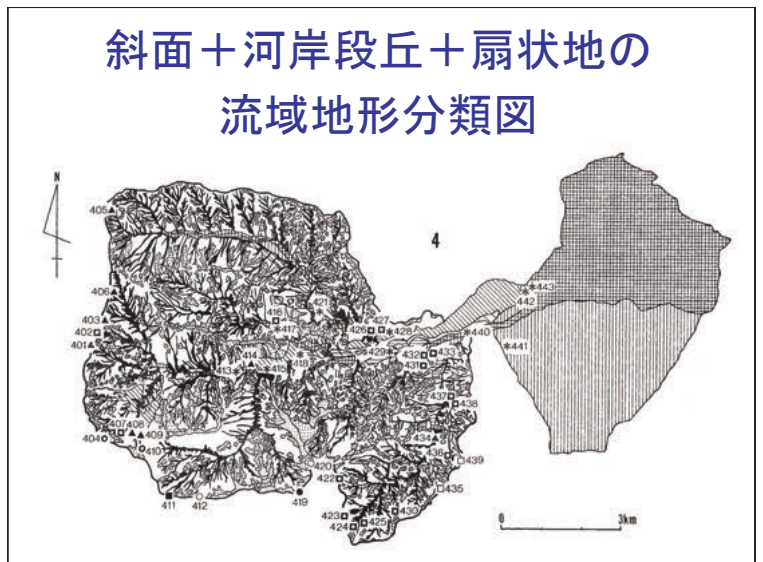
上流の開析された緩斜面

僕の卒論のポイント

- 箱庭風で上～下流を連続的に調査
- 河岸段丘は下流での滝の後退と関連
- 扇状地は主に完新世中期に形成終了
- 緩斜面は最終氷期の形成→周氷河地形→僕の最初の学会誌の論文に
- 緩斜面の開析により後氷期に土砂が出るため扇状地はより若い→修論へ



松本盆地の8つの扇状地＋上流域



平滑斜面

高位開析斜面



低位開析斜面



平滑斜面

SMOOTH SLOPES

TEPHRAS BEFORE THE LATE GLACIAL
火山灰

PERIGLACIAL DEPOSITS

高位開析斜面 UPPER

周氷河性堆積物

INCISED SLOPES

BEDROCK

基盤岩

低位 LOWER

開析斜面

氷期から後氷期への移行で
温暖湿潤化が生じ、斜面
崩壊や線状の侵食が活発化



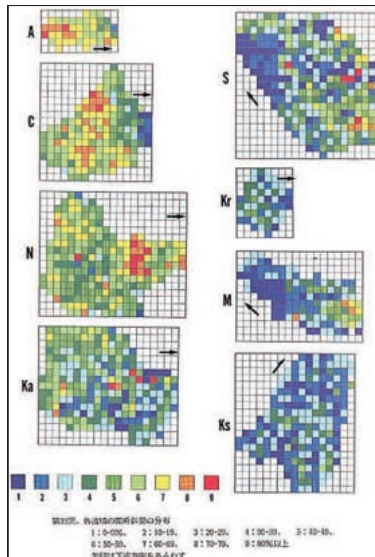
開析斜面の発達程度が場所により違う



定量的な地形計測を導入

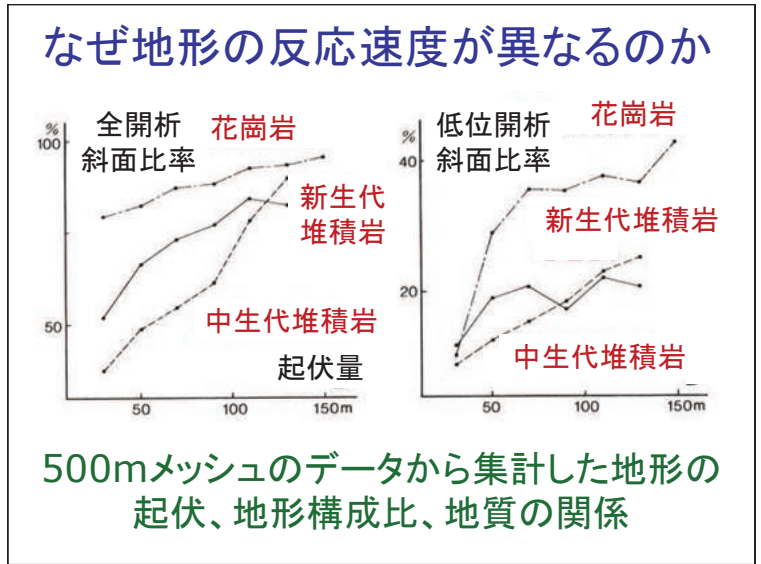
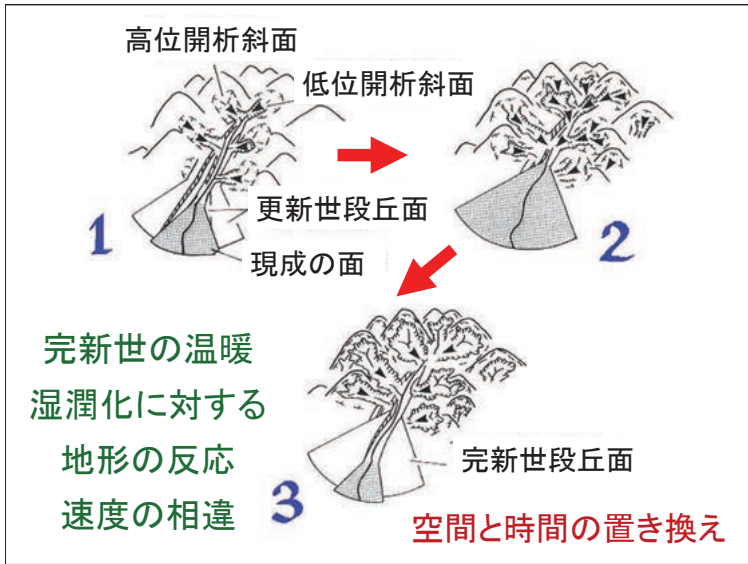
500m四方の区画内の各地形の面積を計測

125-m DEMも自作



1986年: 当時のPCと初期のインクジェットプリンタ

同様のメッシュデータを125-m DEMに基づく地形の起伏と地質について作成し、自作のプログラムで処理

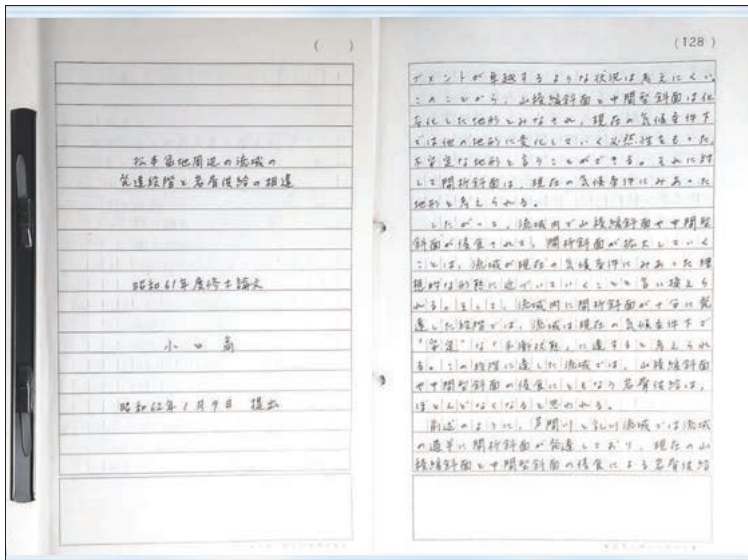


- ### 僕の修論のポイント
- 侵食域から堆積域までをセットで
 - 卒論の箱庭的地形の研究から派生
 - 気候変化に早く反応する地形と遅く反応する地形がある
 - 反応速度を傾斜と地質が規定
 - 規定要因の分析はGISと同類だった

GIS

レイヤーのオーバーレイ
定量・統計解析

3レイヤーで同じことをやっていたと後で気づく



Version 2/23/96

地理情報システム科学 研究・教育センター (仮称) の設立に向けて (案)

1 地理情報システム科学とその状況

1.1 地球社会問題と地理情報システム科学

20世紀の飛躍的な技術、経済発展は、地球空間に大きな変革をもたらした。自然と人間との関係、人間相互の関係は大きく変わった。その結果、大都市集中問題、地球環境問題、世界全体の平和を脅かす地域民族紛争問題、南北経済問題、地球全体に影響を及ぼす大規模災害、世界的文化遺産保全問題、海洋・森林資源問題など、新たな地球スケールでの社会問題が生じている。

これらの問題は、実に多種多様でそれぞれ独自の問題を抱えているが、しかし、共通に言えることがある。それは、これらの問題のどれ一つをとっても、空間データ、空間情報を効率的に収集し、管理し、解析することなしには、実効ある解決策を打ち出すことが不可能であると言うことである。このことは、地球社会問題のような大問題に限らず、道路、電気、上下水道、ガスなどの公共施設の管理を始り、毎日の天気予報、交通情報、配送、巡回などのサービス業務など、さらには都市計画、地方計画、国土計画などの計画策定についても言えることである。

近年、これらの空間情報処理の必要性に呼応して、空間を扱う様々な学問の融合化が進み、新たな学問、「地理情報システム科学」が生まれた。

地球社会問題
大規模災害
都市・農村資源
地球環境
南北経済
世界的文化遺産保全

多量な空間データの収集・管理・解析

解決策

GISの父：ロジャー・トムリンソン

A Geographic Information System for Regional Planning

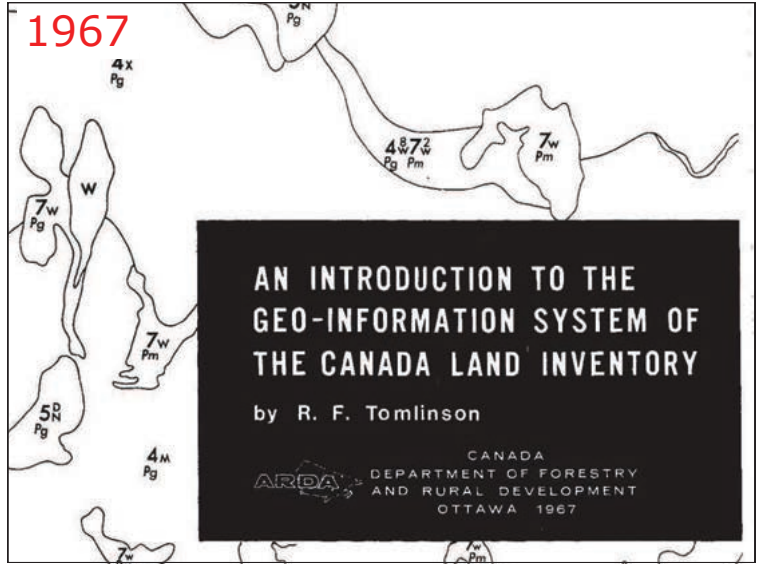
1968

R. F. Tomlinson

Department of Forestry and Rural Development,
Government of Canada

As a tool in its program of rural development, Canada based information system for the storage and management of data. The system and its capabilities are described.

Canada, like many countries, faces an immense problem in guiding the development of its land, water, and resources. The major agencies created specifically to implement this task is the Rural Development Branch of the Department of Forestry and Rural Development. A primary task facing this agency is



CSIS Discussion Paper #29
デジタル観測手法を統合した里山のGIS解析
—東京大学空間情報科学センターシンポジウム—

2000年

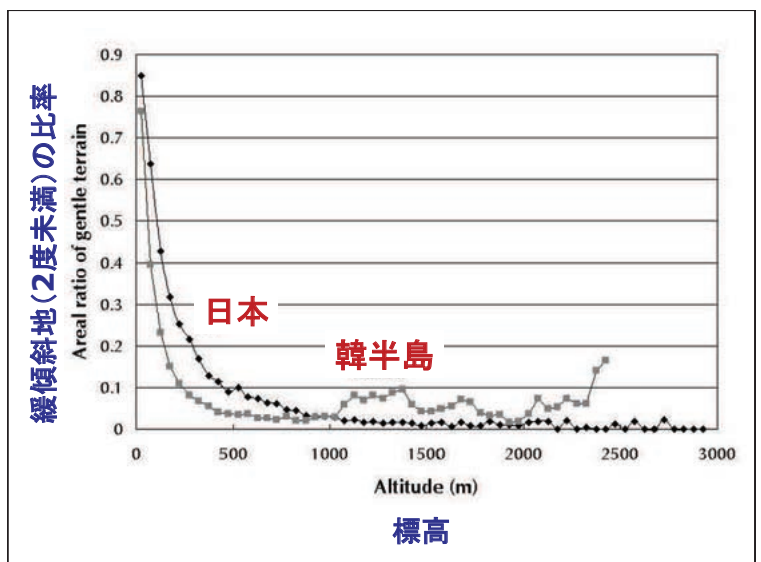
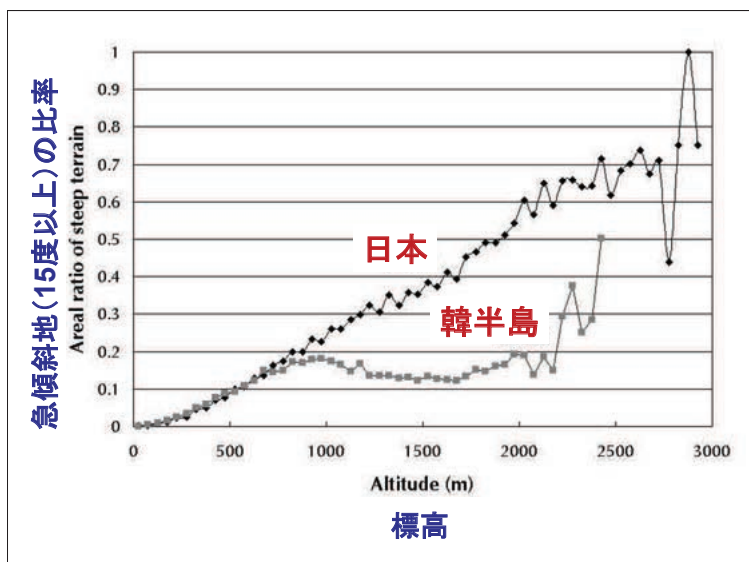
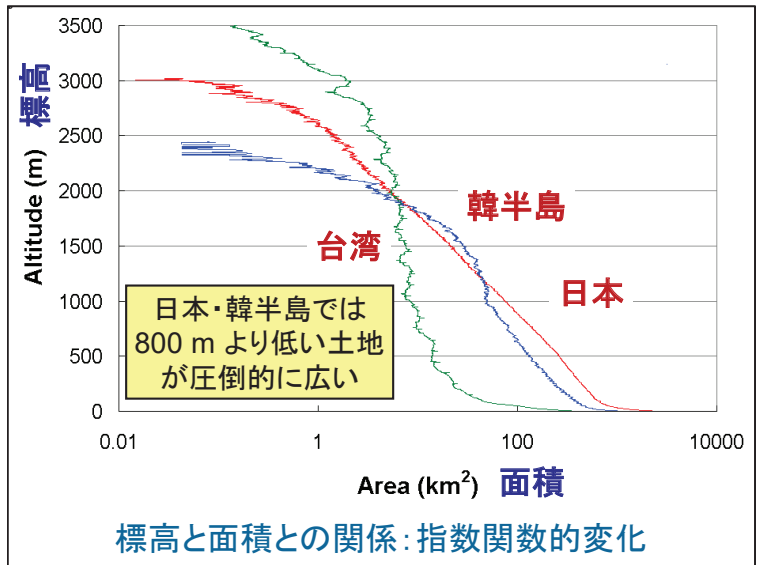
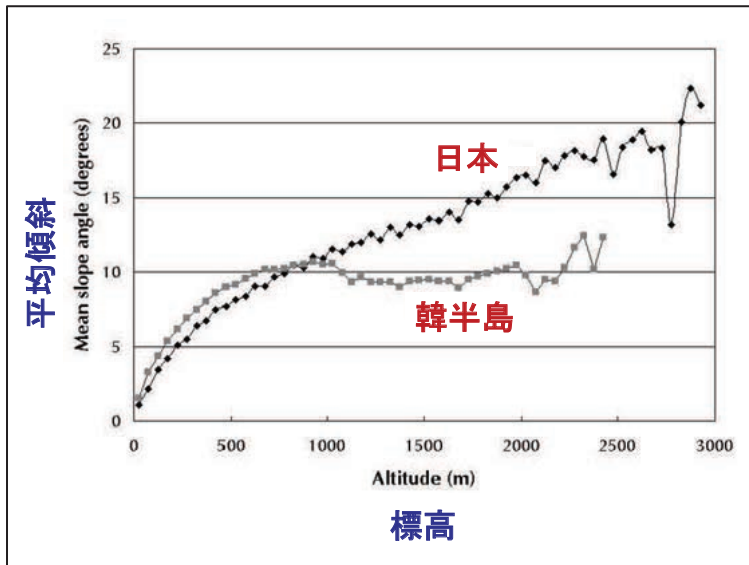
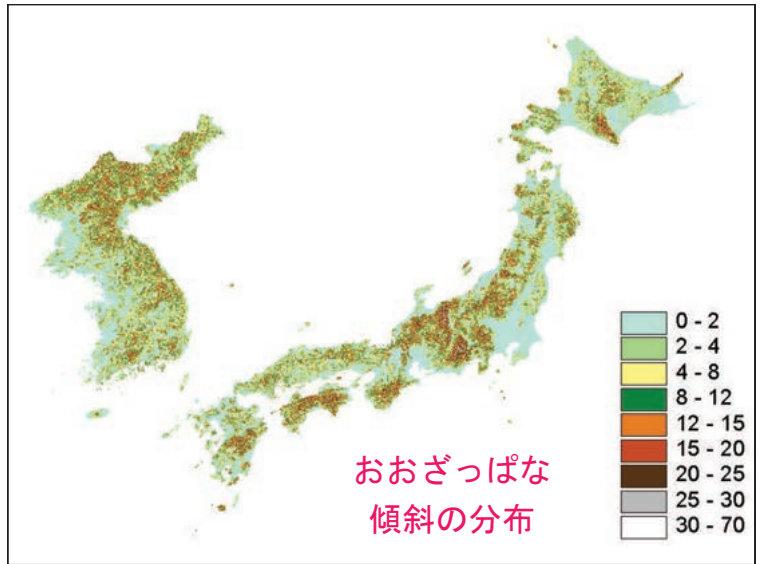
はじめに	
『デジタル観測手法を統合した里山のGIS解析』—背景と目的—	2
『デジタル観測手法を統合した里山のGIS解析』の地球環境研究における意義	4
第一部：精密DEMの世界	
デジタル図化機によるDEMの作成方法と精度	6
レーザーレーダによる50cm-DEMの作成方法と精度	15
坪井 知美・村手 直明	19
細密DEMを用いた地形解析	27
小口 高・勝部 圭一	31
流出解析の基礎情報としての細密DEM	35
杉盛 啓明	38
細密DEMに関する研究展望	
中山 大地・隈元 崇	
50m-DEMを用いた山地地形計測	
勝部 圭一	
50m-DEMを用いた地質別の地形特性分析	
川畑 大作	

第二部：森林成長を測る	
GISによる里山研究の目的と方向性	42
鈴木 康弘	
森林成長シミュレーションに向けて	44
木村 圭司	
デジタル観測手法を統合した森林成長のモデル化—森林計測学の視点から—	47
山本 一清	
第三部：里山の多様性の解析	
里山の植生区分作成法と時系列変化	50
野村 隆明・中嶋 勝	
数値情報化された植生図による植生変化の定量的把握	57
青木 真人・木村 圭司	
MSSによる植生区分の自動化に向けて	63
宮坂 聡・徳村 公昭	
植生の回復と流出モデル検定のための水文観測	67
恩田 福一	
GIS化が可能な里山に関する自然環境データの整備状況	71
関原 康成	
GISの立場からみた展望	77
木村 圭司	
里山フィールドミュージアム構想	79
野澤 竜二部・徳野 直樹	
あとがき	
—東京大学空間情報科学センターにおける里山研究プロジェクトの位置づけ—	84
小口 高・杉盛 啓明	

地形学とGIS

- DEMが基本かつ最重要データ
- 地質データなどを併用した研究も
- DEMの解像度と議論の空間スケールの対応が重要
- 僕が知人と行った解像度1 km, 50m, 10 cm のDEMを使った研究を紹介

日本と韓半島の比較
1 km 解像度 GTOPO30 DEM

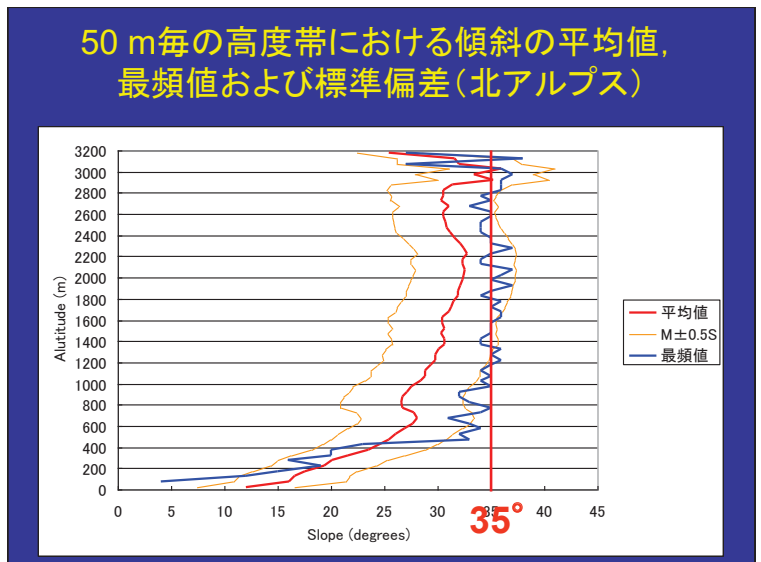
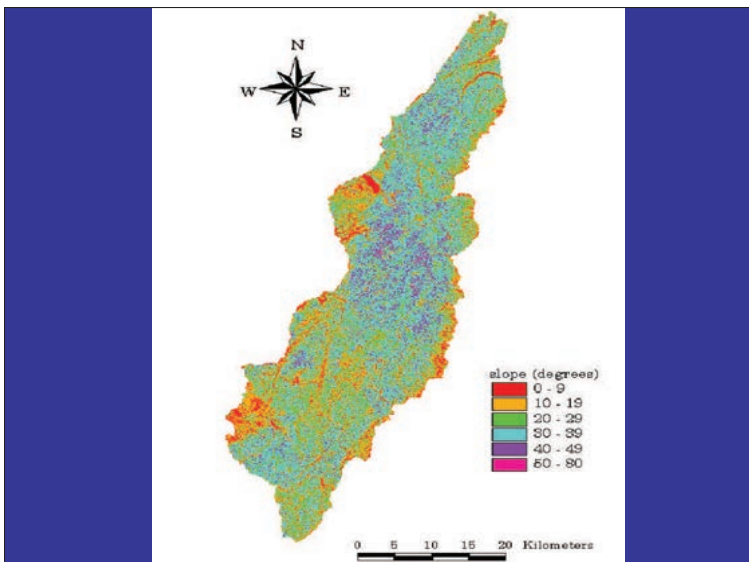
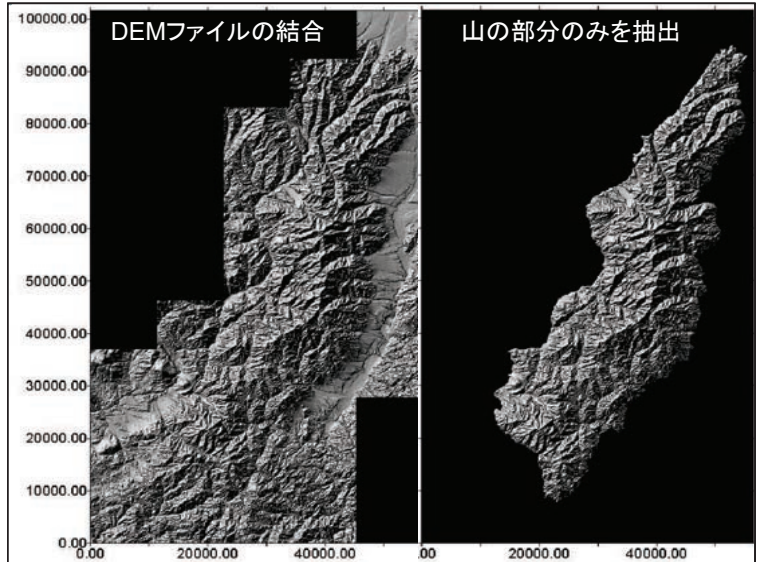
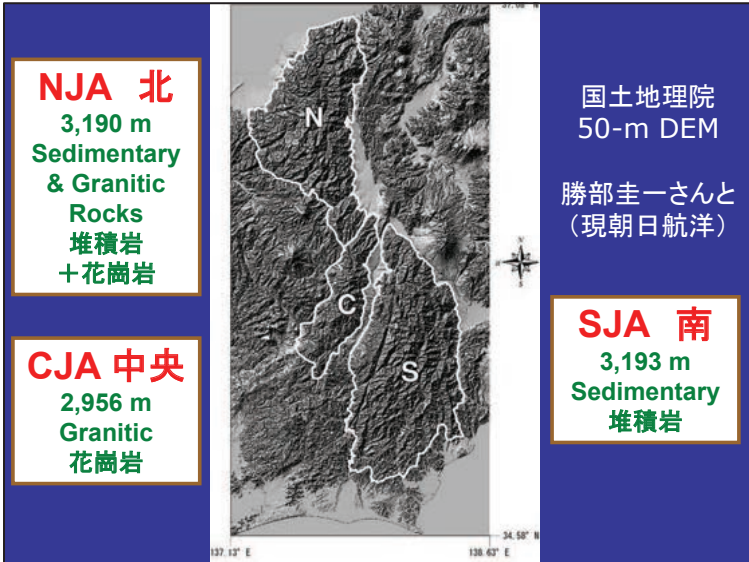




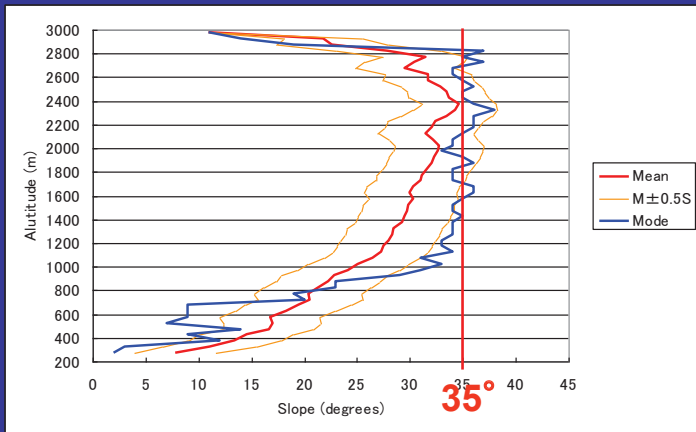
日本の盆地



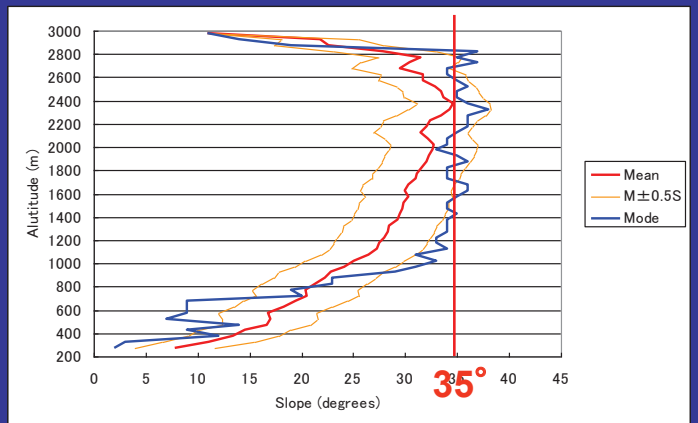
韓国の盆地



50 m毎の高度帯における傾斜の平均値、
最頻値および標準偏差(中央アルプス)

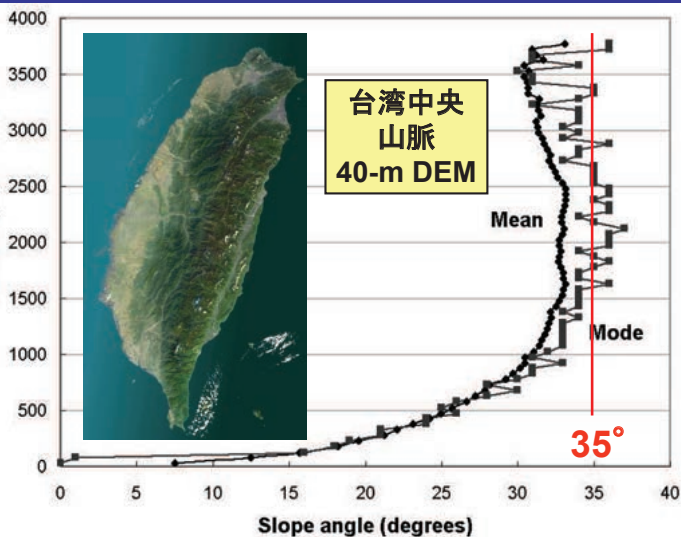
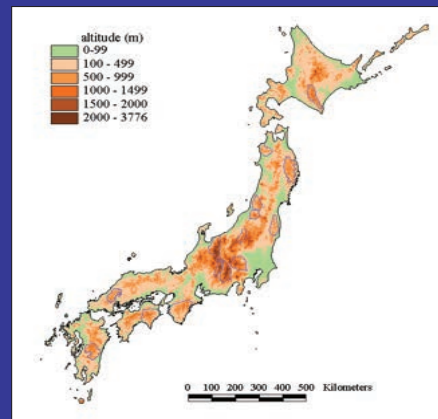


50 m毎の高度帯における傾斜の平均値、
最頻値および標準偏差(南アルプス)



V字谷 (南アルプス)

全国の他の12の山地で同様な検討
→ 北上・阿武隈・中国を除き同様



なぜ35度のV字谷が卓越するのか？

35度 = 砂礫の安息角



谷の基部で川が下刻するため、側方の
斜面は徐々に急になるが、35度を
超えると斜面表層での侵食が加速し、
それ以上斜面が急になるのを妨げる

2011津波被災地 岩手県宮古市姉吉
早川裕一さん(現北大准教授)らと

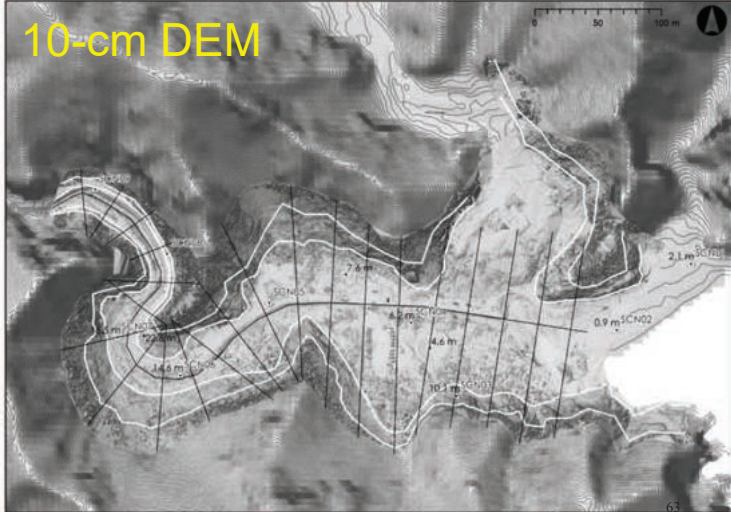


地上レーザスキャナ
GLS-1500(R)

- トプコン社製
- 計測速度
– 30,000 points/sec
- 精度
– Distance: 4 mm @ 150 m
– Angle: 6"
- 最大計測可能距離
– 500 m (90% reflectance)

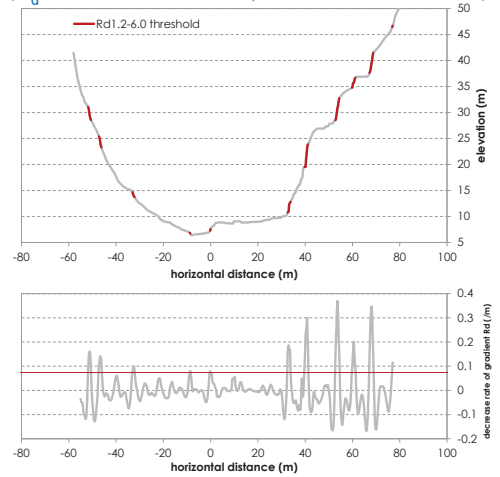


10-cm DEM

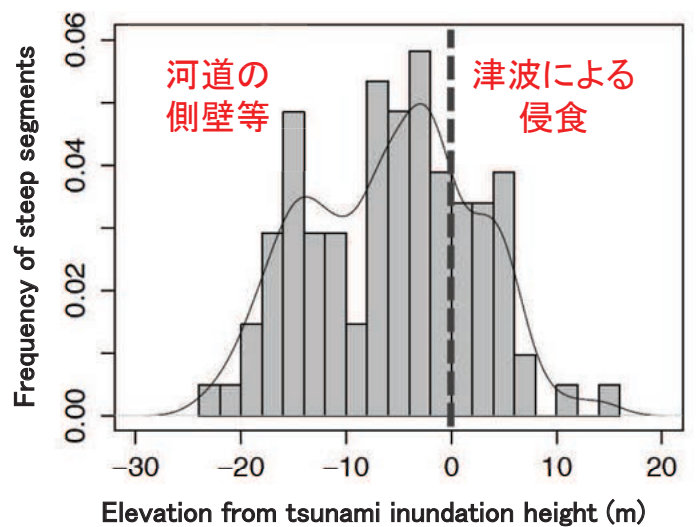
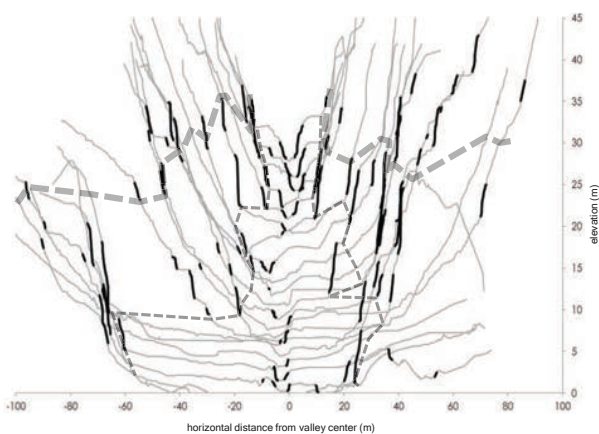


谷の横断面に見られる小崖の自動認定

(R_d with $d = 1.2 - 6.0$ m, threshold = 0.076 /m)



小崖の分布と津波の浸水高



此処より下に家建てるな…先人の石碑、集落救う

「此処より下に家を建てるな」。

東日本巨大地震で沿岸部が津波にのみこまれた岩手県宮古市にあって、重茂半島東端の姉吉地区(12世帯約40人)では全ての家屋が被害を受けた。1933年の昭和3陸大津波の後、海抜約90メートルの場所に建てられた石碑の警告を守り、坂の上で暮らしてきた住民たちは、改めて先人の教えに感謝していた。

「高さ住居は先人の教え、懸へ惨憺の大津波」

本州最東端の●姉吉地区(●)から南西約2キロ、姉吉漁港から延びる急坂に立つ石碑に刻まれた言葉だ。結びで「此処より」と戒めている。(●は魚へんに毛)

地区は1896年の明治、1933年の昭和2度の三陸大津波に襲われ、生存者がそれぞれ2人と4人という壊滅的な被害を受けた。昭和3大津波の後、住民らが石碑を建立。その後は全ての住民が石碑より高い場所で暮らすようになった。

地震の起きた11日、港にいた住民たちは大津波警報が発令されると、高台にある家を目指して、曲がりくねった約800メートルの坂道を駆け上った。巨大な波が激高となり、漁船もちも押し寄せたが、その勢いは石碑の約50メートル手前で止まった。地区自治会長の木村民茂さん(66)「幼いころから『石碑の教えを破るな』と言われかされてきた。先人の教訓のおかげで集落は生き残った」と話す。

(2011年3月30日07時22分 読売新聞)

繰り返す大規模津波の侵入と侵食：
→小崖はその累積による？

解釈

- 繰り返す大規模津波 (2011, 1933, 1896...)
- 7,000年前以降は同様の海面：隆起・沈降の影響は微少
- 過去7,000年間に100回程度の大津波が侵入し、独特の谷地形を形成

ドローンによる空撮と SfM写真測量

姉吉の近くの海岸段丘の 20-cm DEM

地形や堆積物からみて海抜約20mの段丘面にも大津波が届いているようだ

挑戦:ドローン空撮で千葉県屏風ヶ浦の海食崖を測量

M2の高瀬南歩さん、飯塚浩太郎助教と進行中

経験に基づくアドバイス

1. 空間的な広がりの中で複数の要素が関連し合っているシステムを扱うのが面白い (上流域+扇状地など)
2. DEMやGISなどを用いても、当該分野での長年の蓄積を考慮すべき (V字谷や安息角、津波の効果の推定における地殻変動と海面変動の影響など)

3. データの解像度と議論のスケールがかみ合っていることが必要：様々な空間スケールで有効な議論をすることが地理学では非常に重要
4. 過去に感動したり挑戦したことが、後で活きたと感じられると幸せ。ただし後になってわかることなので、感動したり挑戦したりする機会を増やすことが大事。