千島海溝・日本海溝の超巨大津波

北海道大学大学院地球環境科学研究院　平川　一臣

北海道地区自然災害科学総会、2012，3．12

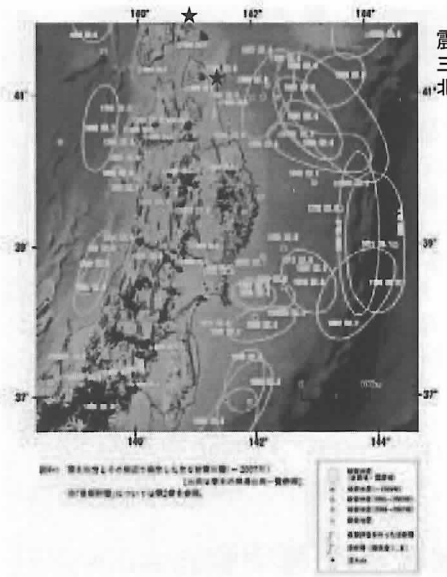
要点

過去約400年間未経験の（1952, 2003 十勝沖地震など M8~8.2 地震による津波では説明できない）巨大津波

- 十勝～根室の太平洋沿岸全域
- 波高10~15 m以上、遡上範囲2~5 km
- 過去6500 年間、300~500 年ごとに十数回
- 最近のイベントは17 世紀初頭（約400 年経過）
- 1611慶長三陸津波と17世紀500年間隔津波は同じだった！波源は千島海溝、M9クラスか？

2011、3.11東北地方津波が示すもの：全部見直す

2011, 3. 11東北地方太平洋沖津波の波高・震源域



震源域・波源域の領域の問題
三陸沖北部の古津波履歴は　？
北海道千島海溝との関連は？

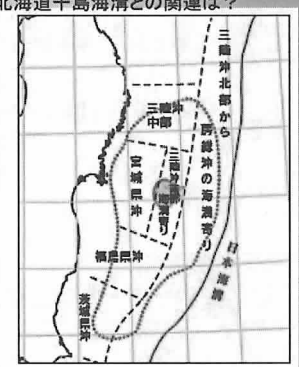


図1　2011年東北地方太平洋沖地震の震源域と長期予測の対象海域．震源域は国土地理院（2011a）のモデルでずれの量が4 m以上の地域を点線で，24 m以上を色塗りで示した．星印は破壊の開始点．予測対象海域は地震調査委員会（2009）による．

（島崎,2011, JGL）

地震・津波を発生させた範囲（500x200km ）

スマトラ沖地震は1200 km

（静岡大・小山HP）

私が500年間隔地震・巨大津波を知るまで,その後

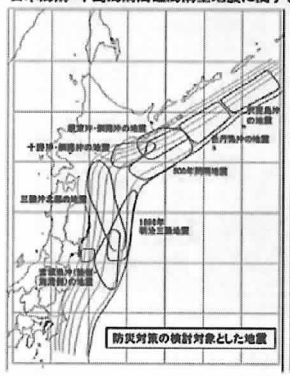
1998年：きっかけは研究仲間との"ハルマゲドン地震"をめぐる雑談
（じつは，1971年には観察していた：修士論文の時）

1998~2000 集中調査・ほぼ全貌把握：日本地震学会などで公表
十勝毎日新聞が取り上げる
北海道中央防災会議が取り上げる
2003,9.26 十勝沖地震
2004, 12.26スマトラ地震，インド洋津波：
-超巨大津波の検討気運-
2004~05 内閣府中央防災会議・北海道WGを組織，検討
"500年間隔地震"と命名される.
特別措置法施行発令（平成十七（2005）年八月十五日）

しかし 3.11が・・・ ！

中央防災会議専門調査会における想定地震

日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会の想定地震



防災対策の検討対象とした地震

地震	マグニチュード
択捉島沖の地震	8.4
色丹島沖の地震	8.3
根室沖・釧路沖の地震	8.3
十勝沖・釧路沖の地震	8.2
500年間隔地震	8.6
三陸沖北部の地震	8.3(強振動) 8.4(津波)
宮城県沖の地震	7.6(陸側) 8.2(海側)
明治三陸地震	8.6

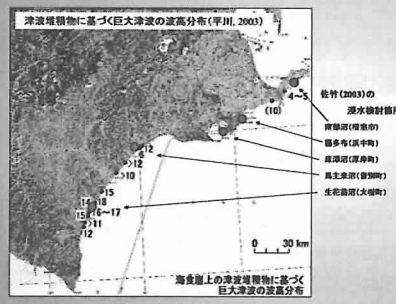
留意事項とした地震
・869年貞観三陸沖地震
・1611年慶長三陸沖地震
・1677年延宝房総沖地震
・1933年昭和三陸地震

4

内閣府中央防災会議HPより

500年間隔地震

参考図 3-3-5-1：北海道太平洋岸の津波堆積物に基づく巨大津波



平川(2003)、佐竹他(2003)による

十勝地域の津波			根室地域の津波	
	発生時期 (calB.P.)	再来間隔 (年)	発生時期 (calB.P.)	
津波1	17世紀前半			津波1
津波2	12～13世紀	400～500		津波2
津波3	9世紀	300～400		津波3
津波4	1630-(4世紀？)	500	1430+	津波4
津波5	AD.1BC？	(300+)	？	津波5
津波6	2590-	(500+)	1930-	津波6
津波7	2870～2920	300+	？	津波7, 8
津波8	3220～3460	400+	2440+	津波9
津波9	3690～3720	400		津波10
津波10	4200+	500+	3340+	津波11
津波11	4500	300～350	3830+	津波12
津波12	4800+	300	4300+	津波13
津波13	5000-	100	4700+	津波14
津波14	5540+	>400	6930+	津波15
津波15	6370-	600	6900+	津波16
			？	津波17
				津波18

平川(2003)による

500年間隔 地震・津波とは

Satake et al.の考え

十勝沖～根室沖連動

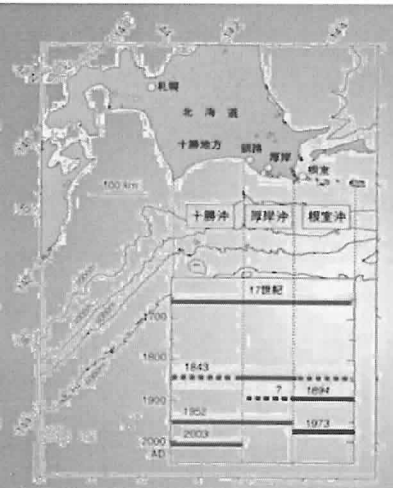
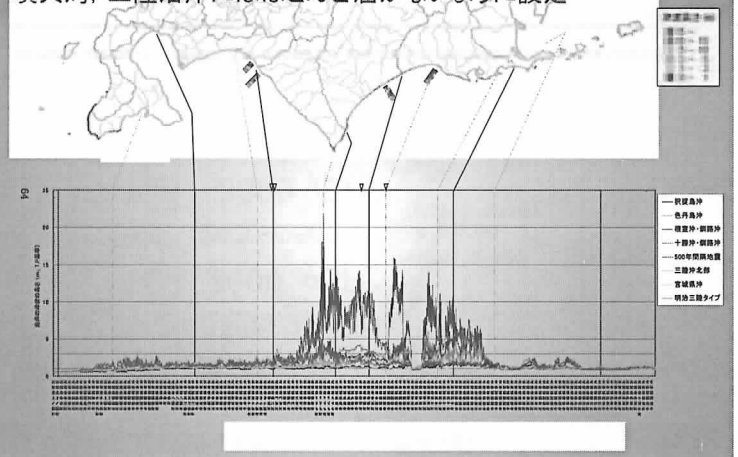


図4 十勝沖・厚岸沖・根室沖における津波波源の時空間分布
利島の研究に基づき，2003年十勝沖地震と七山・他の研究による17世紀の地震を追加した

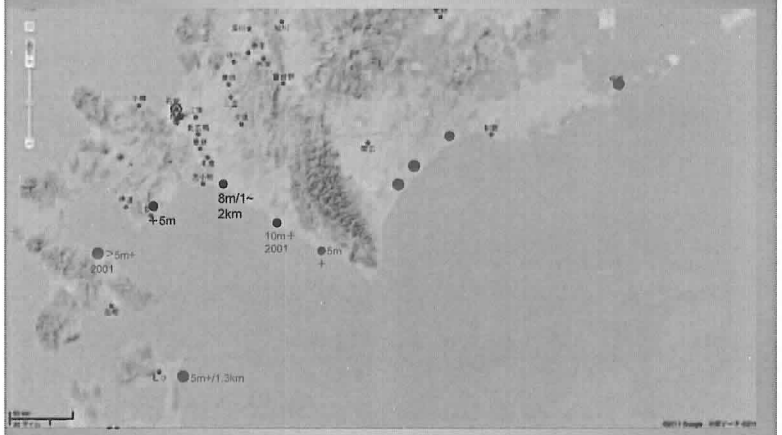
500年間隔巨大津波のモデル：内閣府・北海道

噴火湾，三陸沿岸にはほとんど届かないように設定



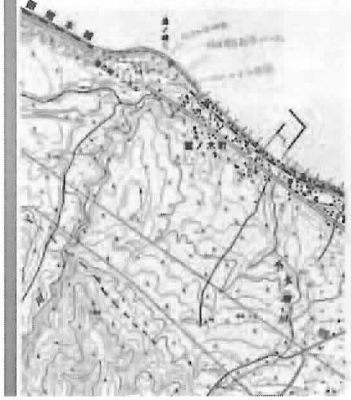
日高沿岸，噴火湾岸では3m以下：津波痕跡の証拠と合わない：見直し

噴火湾，日高沿岸，下北の津波堆積物

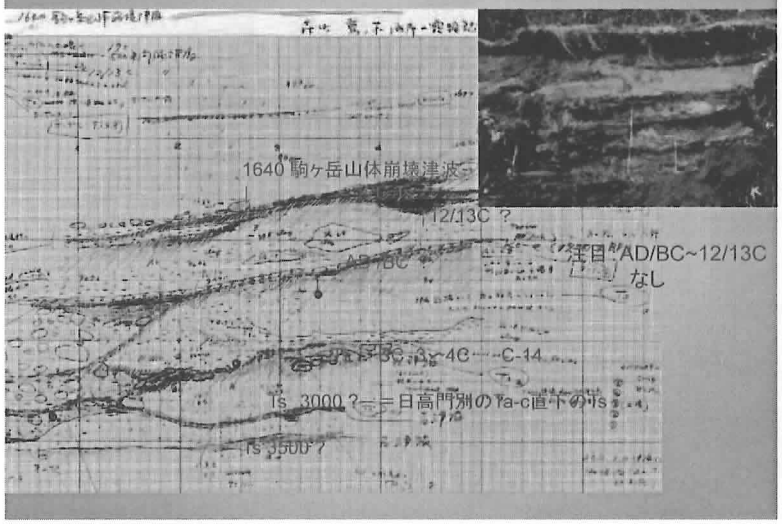


森町・鷲ノ木海岸の露頭位置
（小谷地形に注目）

2001年には記載済みだった



噴火湾・森町，過去>3000年間の古津波堆積物，10x5m 露頭壁面スケッチ，1:25で記載



気仙沼の発見

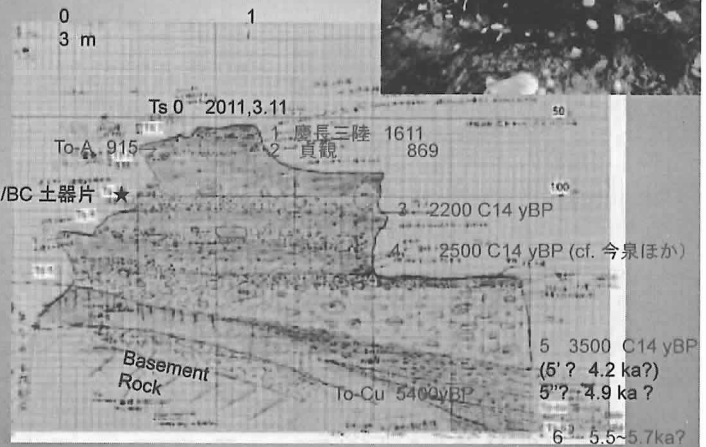
気仙沼大谷の
海食崖に露出した
古津波砂礫層：

超巨大津波のみ記録
地形が肝要

2011,5.20

2011,4.23

気仙沼古津波堆積物スケッチ（部分



気仙沼の古津波堆積物と“スーパーサイクル”

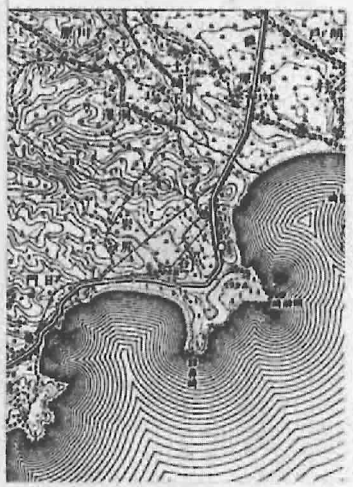
津波堆積物と年代	再来間隔
2011,3.11	
Ts1 (慶長1611)	2011/ Ts1: 400 ys 2011/Ts2: >1100
Ts2 (貞観869)	
TS3 2000 yBP	Ts3/Ts2 : >1000
Ts4 2400~2500？	Ts4/Ts3: 3~400? (cf 今泉ほか)　Ts4 は慶長型？
Ts5 3500 yBP	Ts5/Ts3: >1300
Ts6 5500	Ts6/Ts5: 2000 （5', 5" あるか？）

重要： 869貞観の再来とは・・・

1. 超巨大津波の識別と“スーパーサイクル”の検討
2. 異なる波源域の津波を記録：2011,3.11. 869貞観タイプ
   1611慶長三陸タイプ

気仙沼・大谷海岸露頭の地形的位置：理想的な地形，土壌形成環境

平成13年現地調査 1:2.5万



大正2年測図 1:5万

下北・東通村の過去>1200年間の古津波堆積物

このような地形条件では,
このような津波堆積物が
記録される:

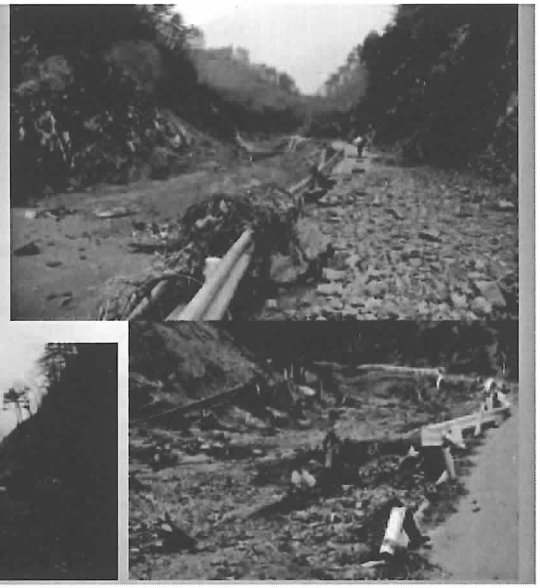
この認識が重要

宮古田老・真崎の小谷，地形的位置:このような地形条件で，これほどの津波堆積物が記録されてきたとは！

宮古田老，真崎

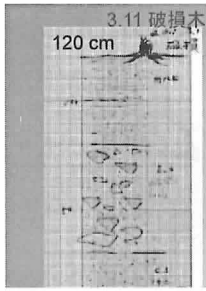
急勾配渓流性V字小谷

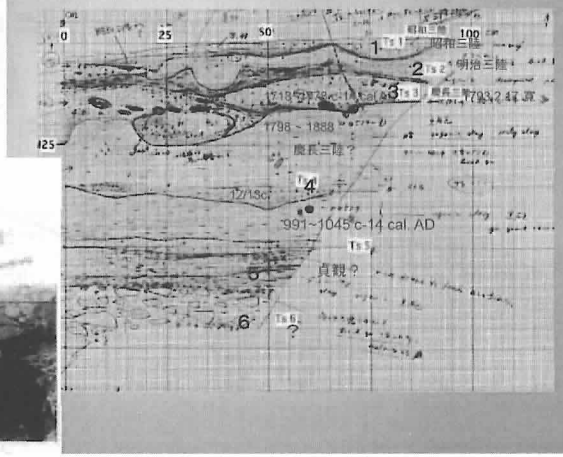
3.11 津波遡上高:>32m

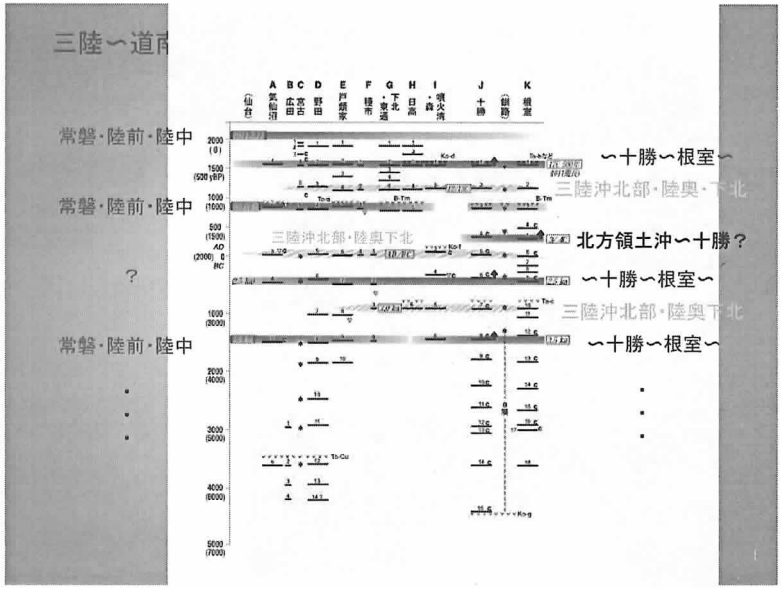


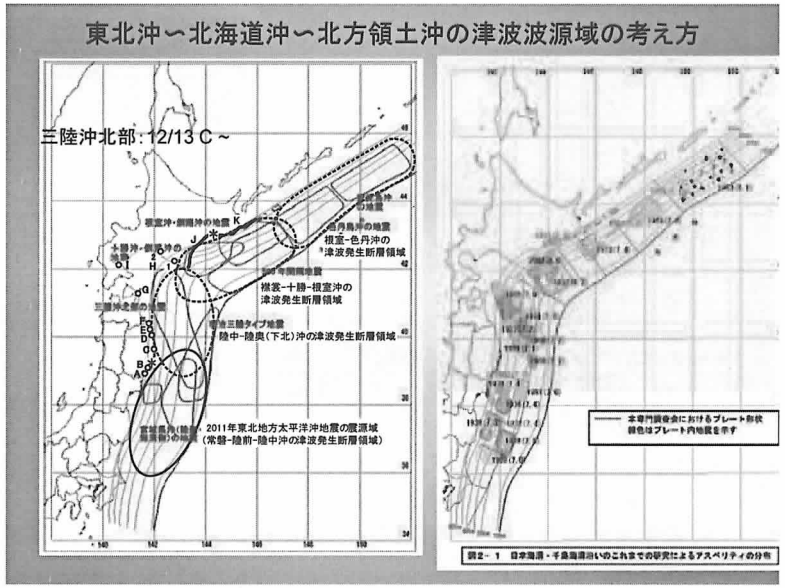
田老真崎海岸，急勾配小谷底の古津波堆積物

(埋もれていた明治三陸後生育/昭和三陸津波破損樹幹・根
3.11津波で再露出)









古津波調査の（私的）プリンシプル

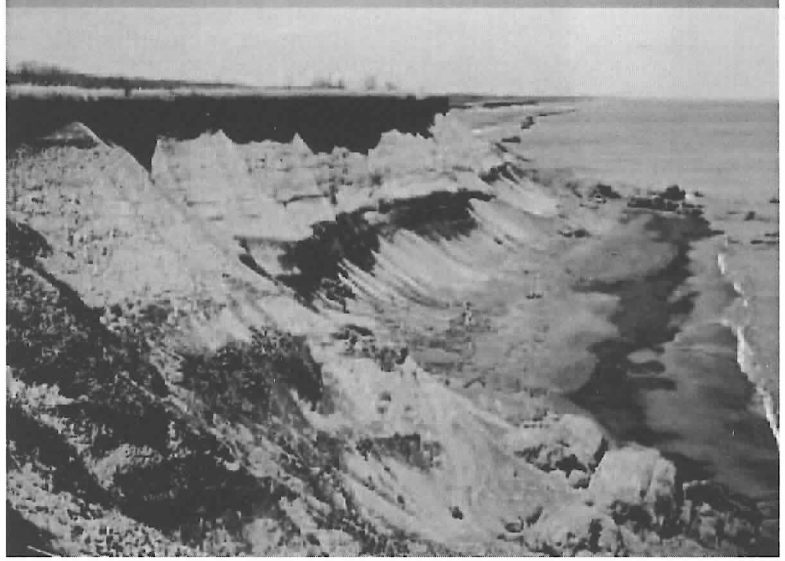
- 津波は高所まで海水が遡上する現象だから
  1 海岸の急崖と段丘上の凹地や小規模な谷の奥などの地形環境
  2 堆積速度が緩慢でかつ確実に堆積が続く有機質土（泥炭質，湿性黒土）発達の土壌形成環境

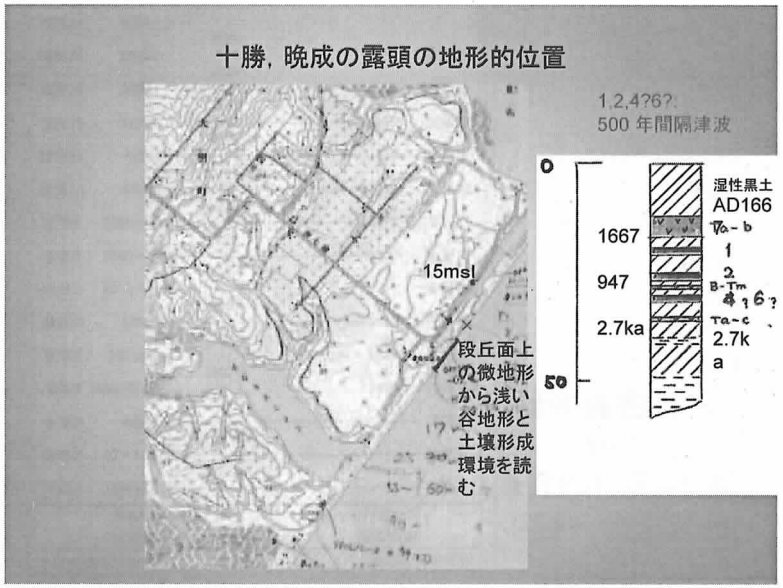
着目して調査すれば，特に超巨大津波の認定の場合に有効
（低地やラグーンでの調査では津波の規模の評価が困難、河川洪水や高潮の影響を排除できない）

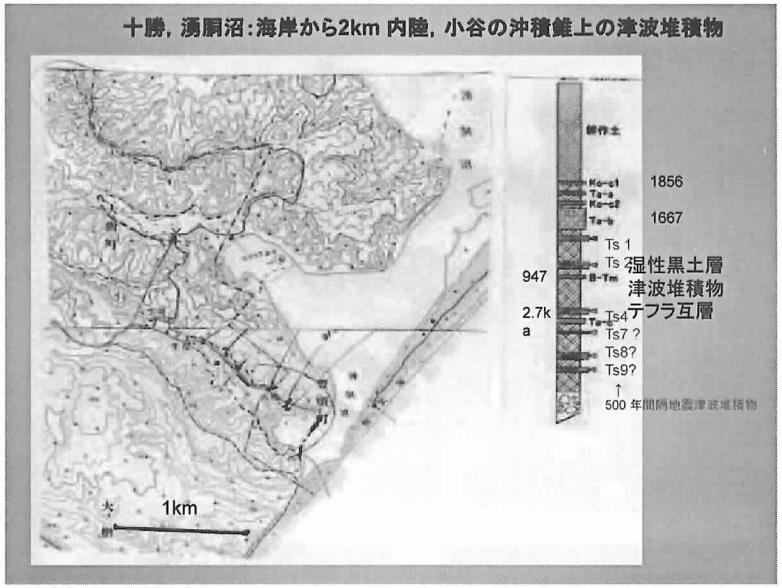
しかし、すべての古津波履歴とそれに基づく再来間隔の検討には低地の調査を組み合わせる.（＋浸水域予測）

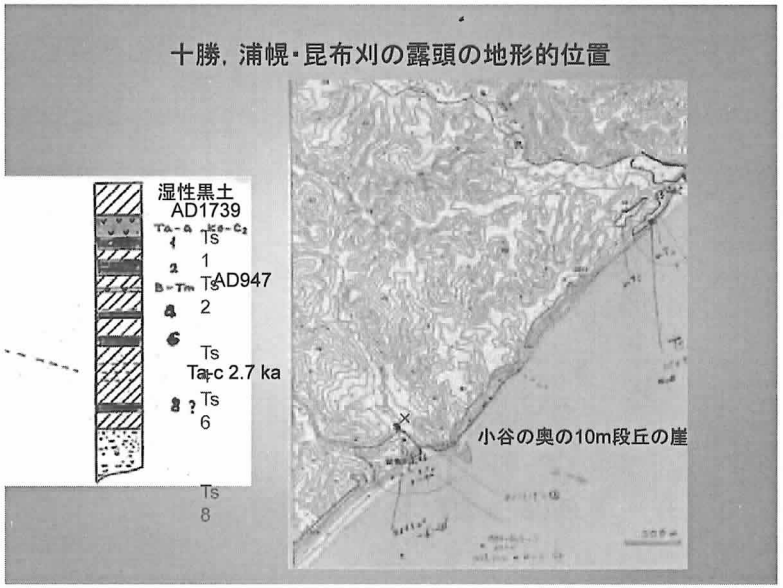
経験的には，古津波堆積物の認識は“難しくない”，むしろ，他の第四紀堆積物に比べて，“容易”：沿岸の地形に応じて，広域・面的に，しかし限定的分布）
某地形研究者：Estuary とSlope process

十勝海岸の切り立った海食崖：2mから30 m まで様々な高度で分布する




十勝，晩成の露頭の地形的位置
1,2,4?6?:
500 年間隔津波
0
1667
947
2.7ka
50
湿性黒土
AD166
Ta-b
1
2
B-Tm
4 ? 6 ?
Ta-c
2.7k
a
15msl
段丘面上の微地形から浅い谷地形と土壌形成環境を読む

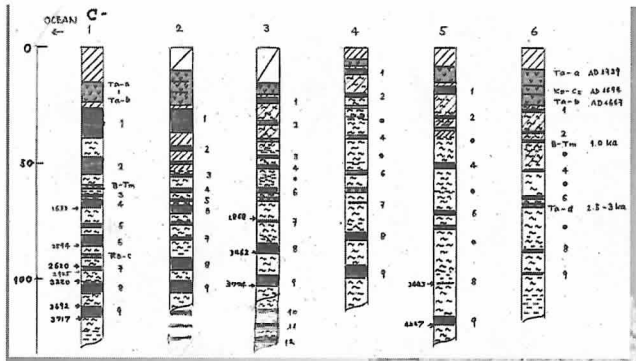

十勝，湧洞沼：海岸から2km 内陸，小谷の沖積錐上の津波堆積物
1856
1667
Ts 1
Ts
B-Tm
947
2.7k
a
Ts4
Ts7 ?
Ts8?
Ts9?
湿性黒土層
津波堆積物
テフラ互層
500 年間隔地震津波堆積物
1km


十勝，浦幌・昆布刈の露頭の地形的位置
湿性黒土
AD1739
Ts
1
Ts
AD947
2
Ts
Ta-c 2.7 ka
Ts
6
Ts
8
小谷の奥の10m段丘の崖

根室半島長節付近の海食崖をなす泥炭層と津波堆積物、テフラ

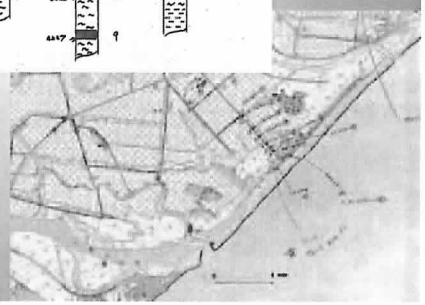
根室長節の露頭の地形的位置

この小流域と低海食崖を読み取る



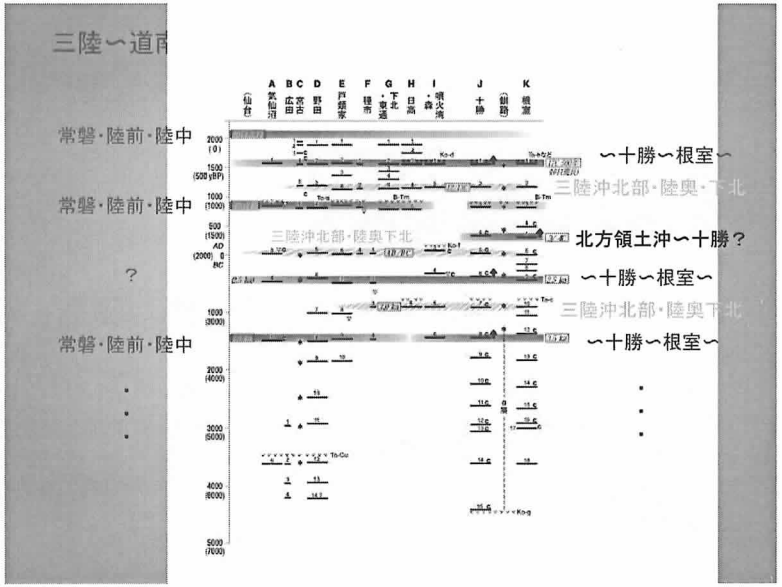
十勝川河口低地の内陸まで侵入した津波

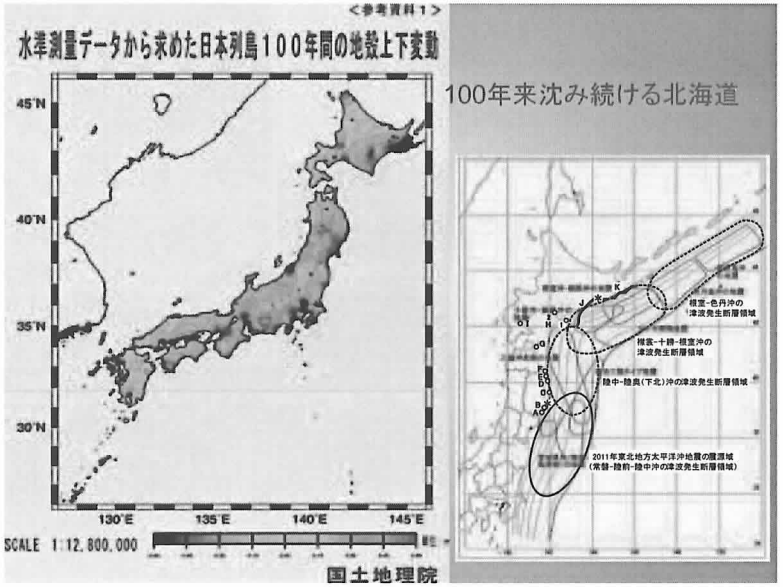
津波規模の評価へ



十勝地域の津波			根室地域の津波	
	発生時期 (cal.B.P.)	再来間隔 (年)	発生時期 (cal.B.P.)	
津波1	17世紀初頭			津波1
		400～500		
津波2	12～13世紀			津波2
		300～400		
津波3	9世紀			津波3
		500		
津波4	1630-(4世紀？)		1430+	津波4
		(300+)	？	津波5
津波5	AD/BC？		1930+	津波6
		(500+)	？	津波7, 8
津波6	2590-		2440+	津波9
		300+		
津波7	2870～2920			津波10
		400+		津波11
津波8	3220～3460		3340+	津波12
		400		
津波9	3690～3720		3830+	津波13
		500+		
津波10	4200+		4300+	津波14
		300～350		
津波11	4580		4700+	津波15
		300		
津波12	4860+		4930+	津波16
		100		
津波13	5000-		4980+	津波17
		>600		
津波14	5640+		？	津波18
		600		
津波15	6370-			

十勝～根室の津波は同じだったのか？
再来間隔は？





石巻市立大川小学校の悲劇:

全校児童108名中74名死亡

裏山へ逃げるべきか？教員間で40分間議論，逃げ遅れ

しかし，北上川や土地の成り立ちを知らなかったことが問題

北上川を人工的に掘削・付け替えた:もとの地形はリアス海岸の湾入部

現在の河口から5km内陸，指定避難所:誤った土地条件の解釈

津波対策どうする，豊頃町大津，浦幌町十勝太，厚内

逃げ場がない大津
高さ12m，1haの避難場所？
法面30°では容易に遡上

それより

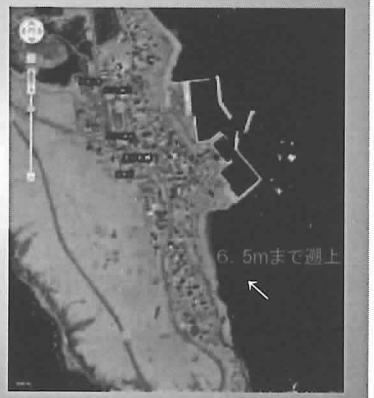
避難ビルを！学校しかない
4階建の学校に

十勝太は，高台への避難路の確保と徹底を

港湾突堤，波消しブロック，こんぶ干し場での津波挙動

消波ブロック，津波には逆効果　切れ目に集中，堤防決壊：2011,3.30Asahi Com.

えりも町新浜　突堤およびテトラポットの影響



襟裳岬港：こんぶ干し場への津波遡上

海岸の人為的地形改変は津波の挙動に大きく影響する

大樹町旭浜漁港

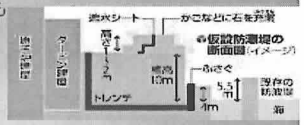
突き出し式漁港の建設(1973～)が浜の働きを変えた：津波高は3．5mだが最大9mまで遡上

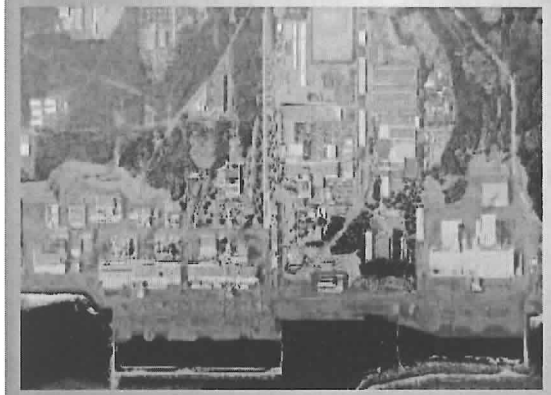
侵食防止の護岸壁は
津波遡上を導く
ように働く
漁港内：3．5m
法面45°　護岸壁：9m

大樹町旭浜

宮古市田老

おそらく，福島第1原発での津波挙動（遡上14m）にも
用地の大規模な地形改変・港湾突堤と岸壁が
関わっている





港湾岸壁：4m

津波はここから
容易に遡上する

緊急の課題

十勝～根室の17世紀500年間隔津波から始まり，フィールドノートと地形図を徹底的に見直した：

気仙沼：約6000年前以降に6層
海食崖で超巨大津波を識別・特定できることが重要
貞観津波・2011．3．11津波タイプ と 慶長三陸津波タイプの区別

北海道噴火湾，下北，横市，野田村，宮古でも：
三陸沖と千島海溝の地震・津波との関連，もう一つの波源域があるのでは？

慶長三陸津波＝17C.500 年間隔地震・津波
すなわち、17C.500 年間隔地震・津波はM9クラスの超巨大地震を意味するのではないか？

さらに
北海道～三陸全体を俯瞰すると，過去3500年間（6500年間）
：数百年～1000年間隔で超巨大津波が相互に発生し，到達．

明治三陸津波，昭和三陸津波規模（M8.5クラス）をどう評価するか？痕跡は？

・・・・・まとめにかえて・・・・・

自然は確実に記録を残してきた：自然への畏怖の念を失うことなく，

解読して対処することが“人類”（科学者）の責務ではないだろうか