

第2回地球温暖化適応策検討小委員会 議事録 (案)

日時： 2008年2月9日 (土) 13:00~17:00

場所： 東京大学 工学部1号館

出席者 (敬称略)： 横木, 伊藤, 稲垣, 河合, 川辺, 栗山, 小林 (議事録), 柴木, 関本, 武若, 但馬, 中野, 西, 半沢, 福濱, 松富, 安田, 山下, 丹治, 東, 岡安, 三上 (以上, 委員), 磯部, 佐藤, 印藤, 鎌田, 我如古, 中泉, 梅野, 泊, 松本, 黒澤 (以上, オブザーバ)

配布資料：

「第2回地球温暖化適応策検討小委員会 (議事次第, ほか)」 (横木)

「地球温暖化と津波」 (松富)

「海岸事業制度の概要」 (印藤)

「水関連災害分野における地球温暖化に伴う気候変動への適応策のあり方について」 (泊)

議事内容

(1) 前回議事録確認

第1回小委員会の議事録確認を行った。

(2) 話題提供

(ア) 気候変動に対する海岸保全施設の戦略的対応に関する一考察 (岡安)

混成堤被災時滑動量を例に, 確率論的設計に基づく定量的な適応策を提案した。温暖化適応策に必要な技術として以下の技術向上を提案した; 外力の変動予測, 高精度な性能設計, 適切な維持管理, 被災コストの評価, 靱性の強化。

初期性能を上げる, 維持管理レベルを上げる, 初期の性能ばらつきを抑える。

以下, 討論。

- 決定論的設計と比較して確率論的設計では, 想定外力以上の事象発生時の被災・性能を定量的に評価できる。
- 海面上昇量は世界平均で 3.1mm/年 (1993-2003 年の実績値), 日本付近ではより大きな上昇量が予測されている。この値は委員会の議論で用いてもよいと思われる。
- 決定論的設計, 確率論的設計の違いは何か?
決定論 = ある外力を定める + 安全率 (経験的に定める)
確率論 = 外力変動は確率分布に従う → 安全率 (に相当するもの) を確率論で定める
- 異常潮位の推定には確率的な予測手法の確立が必要。また異常潮位は外力ではな

く、水位の変化として考えるべき。

- 長期潮位変化には海面上昇量と地盤変化が含まれている。
- 温暖化による波高増大時の波力算定において、合田式と他の算定式で評価量の増大分はほぼ同じ。
- 適応策は構造物のタイプ・条件によって異なる。それぞれに「量的な」対応が必要。
- 構造物を供用期間すべてにわたって総合評価するには被災コストまで考える必要がある。
- 堤防の余裕高には海面上昇の最確値を参照すべき。ただし浅いところでは少しの海面上昇で大きな波高変化が生じるため、見込み段階で余裕高に大きな予測値を加えるのは非現実的と感じる。

(イ)地球温暖化と津波（松富）

海面上昇や気温上昇と津波観測・災害との関係を中心に解説があった。海面上昇の津波災害に対する影響として、低平地化による被災ポテンシャルの増大、津波外力の変化、砂浜の縮小による天然防波堤の縮小、などが挙げられた。

以下、討論。

- 沖縄ではサンゴ礁による津波消波効果を考慮している。サンゴが白化現象で死滅した時には、消波効果低下を考慮する必要がある。

(ウ)海岸事業制度の概要（印藤）

海岸法に基づく事業の種類やその概要、堤防等老朽化対策緊急事業の概要の解説があった。災害復旧関係事業の概要説明では、「被災施設の原状復旧」について「原形に復旧する、困難な場合は従前の効用を復旧する」と説明された。

以下、議論。

- 原状復旧で堤防高を上げることは場合によっては可能であるが、高潮・高波が対象で、現状では地球温暖化による海面上昇は対象外の理由。
- 海面上昇は「嵩上げ」に影響するので、設計段階で対応すべきこと。「事業」には馴染まない。
- 構造物の性能改良では既存のものを活用するのが費用面から一般的。新規に構造物を建設する場合もある。

(エ)水関連災害分野における地球温暖化に伴う気候変動への適応策のあり方について（泊）

平成 19 年 8 月から「気候変動に適応した治水対策検討小委員会」が審議している内容のまとめとして、公表された「水関連災害分野における地球温暖化に伴う気候変動への適応策のあり方について（中間とりまとめ）」のポイントが解説された。

以下、議論。

- 気候変動の予測精度は、たとえば降水量でまだ数十%の誤差がある。したがって現段階では予測値は参考程度としている。
- 河口域での高潮は河川局が対応。河川での高潮はさく望満潮位に海域の高潮を加えたのみ、河川流量増大は考えていない。これは高潮のピークと河川流量のピークが一般に異なるため。ただし流域の小さい都市部では二つのピークが近づくので同時発生による影響も考えていると思われる。

(3) 課題の整理・方向性の議論

横木委員長より以下の提案があった。

委員会では、温暖化への「適応策」に関して「予見的対応」を対象とする。日本沿岸を対象としているので、「ハード対策による防護」を対象とする。以上から提言案の構成は、(a)気候変動（温暖化、海面上昇）の現状と将来予測、(b)影響を受ける事象とその将来予測（影響評価）、(c)海岸港湾施設の設計基準への影響と対策。

以下、議論。

- 「(c)設計基準」を対象とするのではなく、幅広く「思想」、「計画」とすべき。
- 費用対効果（市場原理）により、「(ハード対策による)防護」ではなく、順応、撤退などもありうる。ただし、海岸経済価値の近年の上昇から日本では防護が適切であろう。
- 夏冬潮位 Sa 分潮も上昇している。台風期の平均潮位変化も設計に入れるべき。
- 砂浜災害低減は重要なテーマ。ただし温暖化だけでは説明が困難であり、委員会の議論対象にはそぐわない。
- 適応策の中で実行可能なものを提言する必要がある。委員会としては構造物の設計基準に議論を絞り、早急に提言をまとめるべき。
- 出来そうなものを提言する必要がある（先の海岸工学委員会における検討の反省、土木学会海岸工学委員会編（1994）：地球温暖化の沿岸影響）。テーマを絞って進める、演繹的議論はやめる、示した適応策が結果として有用であれば良い、というスタンスで考えるのはどうか。
- 費用対効果を評価する。温暖化対策をすることが経済的であることをアピールできないか。「対策無し」と「整備水準を上昇させた場合」の比較。効果の評価の際に経済的側面をどのように測るのか？（何時の時点の評価、数10年後？人口・資産価値などの推移はどう見積もるのか）
- 構造物設計基準として、「時間的に変動する中で最適化する」岡安案は具体的で説得力があるが、導入が難しい。前回の磯部案は簡便で導入が容易で実行可能。第一段階で磯部案、次の段階で岡安案、というのが現実的では。
- 最終提言はできるだけ具体的な手法を挙げる。可能ならば数値を示す。

- 海面上昇 3.1mm/年という数値は採用したほうが良い。予測値は後で修正可能な範囲の値であれば採用すべき。
- 適応策としては「IPCC の結果を受けて考える」ではなく、「将来の IPCC の結果に対しても妥当な対策をあらかじめ施す」という積極姿勢が必要。
- 事業期間（供用期間）として一般に 50 年が用いられているので、この期間内で検討するのが妥当。
- 中小津波の発生周期は 30 年から 50 年程度であり供用年数内であるが、確率論では論じられない。必要であれば津波関連構造物についてはこの委員会とは別に論じる。
- 防波堤などの海岸構造物は一般に、地盤反力なども含めてぎりぎりの設計をしているために、嵩上げは容易ではない、堤体幅を増すのは不可能ではないが簡単でない。
- 沈下量の大きい構造物（離岸堤、潜堤、消波堤など）は検討の対象としない
- 温暖化適応策の基準の導入タイミングが重要。すぐに対応するか、災害復旧時か、構造物更新時か、検討する必要あり。
- 海岸構造物のデータベース（建築年や復旧履歴）の構築が必要。現状は三大湾を中心とした構造物が中心で、全国では整備不十分。
- 対象とする構造物は、限られる中で出来るだけ多く。以下の構造物が候補。
(参考までに、横木がその場で書いた ppt を添付する)

(4) その他

- 横木委員長を中心に Working Group を発足させ、案を作成・整理、次回委員会に提出する。
- メーリングリスト参加希望者は横木委員長に連絡する。

(5) 今後の予定

次回委員会は 4 月ごろ開催予定。

以上

適応策の分類—事後的および予見的対策 (Klein, 1997; 原沢他, 2003に加筆)

対象システム		事後的対策	予見的対策
自然環境		<ul style="list-style-type: none"> ・ 成長期間の変化 ・ 生態系を構成する種の変化 ・ 植物の移動 ・ 生息地域の移動 	
社会システム	個人	<ul style="list-style-type: none"> ・ 耕作法の変更 ・ 空調設備の設置 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 保険 ・ 家屋の嵩上げ ・ 安全な地域への移住
	自治体・政府	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水管理システムの補強 ・ 堤防の補修 ・ 海岸侵食対策, 養浜 ・ 補助金 ・ 損害の補償 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 情報の提供 ・ 早期警戒システム ・ 建築基準, 施設の設計基準の変更 ・ 都市・地域計画

沿岸域の適応オプション(原沢ほか, 2003を修正)

適応分類	適応オプション
撤退	海岸に近い地域における開発の回避 都市計画・土地利用計画による開発抑制 危険の高い海岸からの移住 移住のための公的補助金の提供
順応	最悪の影響を避けるための先進的な計画 土地利用形態の変更 マングローブなどの沿岸生態系の防護 危険地域での厳しい規制 災害保険
防護	ハード技術による対策 防災: 堤防, 防潮堤, 護岸, 防潮門 侵食対策: 突堤, 離岸堤 水資源対策: 堰, 塩水防壁 ソフト技術による対策 侵食対策: 定期的な養浜, 砂丘の保護 沿岸生態系の保全: 湿地の保護, 植林 早期警戒システム・避難体制

沿岸域における対策メニューの例(細見ほか, 2005)

目的	対策メニュー	実施内容
土地利用変更等に関する対策		
防災を考慮した土地利用の変更	緩衝帯(バッファ)の整備	砂丘保全・整備, 防風, 防砂林の保全・整備, 洪水対策としての空間確保
土地利用変更・規制	遊水池等の整備	集落等への浸水被害を低減するための遊水池・貯水池等の整備
	住居等の移転	危険区域(浸水予想区域)内の住居等の移転, 移転支援
	危険区域内の建築禁止・制限	危険区域(浸水予想区域)内の新規の建築禁止
建築様式等の変更	沿岸域特定区域の開発規制	沿岸域保全を主目的とした建築行為等の制限
	建築物の強化・嵩上げ等	高床式化(ピロティ), 鉄筋コンクリート化, 地盤の嵩上げ等
総合的沿岸域管理	セットバック	危険区域(浸水予想区域)内の新規建築の際にセットバックを義務付け
無対策	管理制度の整備, 法律の制定・変更	沿岸域管理を主目的とした法律に基づき, 関連計画を策定・実施(ICZM)
特段の対策を採らない	特段の対策を採らない	自然特性の保全を最優先とし, 短期的な侵食対策を行わない。
防災体制の充実等に関する対策		
迅速な避難支援	避難路・避難地の整備	高台等の避難地及び安全な避難路を整備
情報提供, 啓発・教育 地域防災力強化	ハザードマップの作成・配布	浸水想定区域, 避難地, 避難経路等を図示した防災地図を作成し住民等へ配布(必要に応じて住民参加ワークショップを開催)
	情報提供(施設の整備, Webの活用)	観測情報, 予測情報等の収集・提供施設の整備(防災センター等)
	防災訓練の実施	地域住民等が参加する防災訓練を定期的実施
	防災教育の実施	専門家等による地域住民や児童に対する防災教育の実施
自主防災組織の設置	町内会単位の自主防災組織の設置や高齢者等の避難支援を行う防災ボランティア組織の設置	
災害時の支援	災害復旧基金, 補助金の創設	行政からの出資金, 寄付等により基金を創設
経済的誘導	浸水保険制度の創設	住民等が加入する保険制度を創設
施設整備等による対策		
浸水等の防止	海岸保全施設等の整備・改良	堤防・護岸の整備, 沖合消波施設の整備, 水門・陸こうの自動化・遠隔化, 老朽化施設の改良など
浸水被害の軽減	排水システムの強化	ある程度の浸水・越流を許容した上で浸水被害を最小限とするための排水ポンプ等の整備

提言のための課題の整理, 議論の方向性

1. 気候変動(温暖化, 海面上昇)の現状と将来予測=外力
2. 影響評価=影響を受ける事象と影響の将来予測
3. 適応策の考え方
4. 海岸・港湾施設の設計基準

提言のための課題の整理, 議論の方向性

気候変動(温暖化, 海面上昇)の現状と将来予測=外力

- a. IPCCの報告書
- b. 最新知見
 - i. 外力の変化, 平均的变化, 周期的変化
 - ii. 高潮, 津波=異常現象(気象)
 - iii. 津波: 既往の津波(中小津波), 計画津波=断層. 気候変動に関係しているか?
 - iv. 不確実性
 - v. 潮位: 季節変化, SA潮の振幅増加, 台風期. →高潮被害. 太平洋沿岸
 - vi. 観測データか, 予測データか.

影響評価=影響を受ける事象と影響の将来予測

- a. 国内の既往研究・報告書のレビュー
- b. 最新知見
- c. 砂浜
 - a. 土砂災害に対する砂防事業, 流域系の土砂管理. 砂防ダム. 海岸への土砂流入減少. 侵食対策. 2004年吉野川. 土砂流入=徳島沿岸の砂浜増加.
 - b. 地球温暖化で減る分を総合土砂管理
- d. 津波外力の変化←海面上昇, 地形変化
 - a. 波浪変形. 津波防波堤, 護岸の高さ

適応策

1. 3+何もしない.
2. 実行可能なものを具体的に検討する. 例: 海岸・港湾構造物の設計法.
3. 砂浜は? ちょっと無理? 技術的な検討?

海岸・港湾施設の設計基準

- a. 設計基準の現状
 - i. 技術上の基準: 設計潮位, 設計波高
 - ii. 外力の条件として砂浜の状態を考慮する.
 - iii. 余裕高の扱い.
 - iv. 超過外力=
- b. 対象構造物
 - a. 利用面と防災面
 - b. 潜堤, 離岸堤, 消波堤, 砂浜は難しい
 - c. 防波堤
 - d. 津波防波堤(水深が深いところ)は影響が少ない?
 - e. 海岸護岸, 海岸堤防(防潮堤).
 - f. 水門とか排水ポンプ
 - g. 港湾内の棧橋, 岸壁.
- c. 予測される影響

d. 対策(適応策)

- a. 時間的に変動する外力への対応. 最適化.
- b. 費用対効果の感度分析. コストの計算可能性.
- c. 岡安先生の確率分布法がスマート.
- d. 実行可能な方法を示す. 過去10年間の反省.
- e. 50年間は大丈夫. 耐用年数の基準は? =50年ぐらいを念頭に置いている. 計画期間は50年?
- f. 対応策が予測の不確実性を吸収する.
- g. 既存構造物の嵩上げとか拡幅
- h. 地域性を考慮するのか. 海面上昇量の地域偏差.
- i. すぐやるのか. 壊れたらやるのか(災害復旧). 壊れるまで待つのか.
 - a. 災害のときに壊れたところだけ, 先を見越して設計できるか?
- j. 新技術の開発
- k. 既存構造物のデータベース:老朽化の資料

e. 事例紹介