

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年6月10日現在

機関番号：12101

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22510025

研究課題名（和文）気候変動と総人口減少の複合要因による沿岸域脆弱性変化の推定と適応策

研究課題名（英文）Projection of coastal Vulnerability due to Climate Change and Population Growth and its Adaptation.

研究代表者

信岡 尚道 (NOBUOKA Hisamichi)

茨城大学・工学部・准教授

研究者番号：00250986

研究成果の概要（和文）：21世紀では、人口減少が進む沿岸域が多いため、そのような地域では海面上昇が進行して高潮による浸水面積が増加しても、浸水人口は変わらないか減少する可能性が高い。東日本大震災を受けて海岸の防御方針および避難対策の見直しが進んでいる。海岸域に樹木などの緩衝帯を整備して、海面上昇や高潮の強大化に対する適応策が津波対策に含まれる形にすることが望ましいことを、茨城とその周辺の沿岸を例として、示した。

研究成果の概要（英文）：In the 21st century, as number of population in the coastal zone of rural area will decrease in Japan, the affected population due to storm surges with a rising in sea level will become same or small even coastal flood area will expand. After the 2011 Tohoku Pacific Ocean Earthquake, the strategy of coastal defence is being modified. This study showed the wise adaptation due to storm surges with a rise in sea level must be covered by disaster reduction countermeasures against a huge tsunami.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,900,000	570,000	2,470,000
2011年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2012年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：沿岸域管理

科研費の分科・細目：環境学，環境影響評価・環境政策

キーワード：海面上昇，高潮，人口増加，適応策，津波

1. 研究開始当初の背景

既に排出した温室効果ガスにより、仮にただちにその排出抑制策をとっても海面上昇は進行する。海面上昇以外に地球温暖化が沿岸域におよぼす危機的な影響として台風強大化による高潮災害の増大があげられる。これらの影響評価は、日本、アジア・太平洋から、全球まで行われている（例えば、信岡ら、2009）。さらにイギリス、オランダやドイツ

では既に海面上昇の適応策の導入が計画されているが、これらは単に既存の防災策の増強に留まっていると言わざるを得ない。適応策の難しさとしては、社会情勢の変化により海岸の災害リスクが刻々と変化するためである。

信岡ら（2009）は、アジア・太平洋および全球を対象とした地球温暖化・海面上昇による影響評価の中で、海面上昇に高潮を加えた

浸水による影響を受ける人口の増加などを示してきた。特筆すべき結果は、人口の自然増加が原因となる被災者数の増加が海面上昇によるその増加以上に深刻なことで、途上国で海面上昇に適応するため防災能力を向上させるには、経済成長がなければ困難であることを定量的に導いた。

このように地球温暖化に対する本当の適応策の検討には、社会情勢を考慮することが重要な課題である。その中で日本では限られた自然と資源、人口減少社会を迎えることもあり、既存の防災の方策に捕らわれない適応策の検討が必要と考えられる。

2. 研究の目的

(1) 高潮発生確率を基にしたシナリオ別の沿岸域浸水の影響評価

茨城県を中心とした海岸を対象に、100年確率を基本とした高潮による浸水域の面積を推定するとともにその範囲をリスクマップとして地図で提示する。これらはIPCCの社会状態を表現したSRESシナリオ別に、さらに他のシナリオを加えた複数シナリオで2100年までの影響を推定する。

(2) 沿岸域の将来人口などの予測

対象沿岸の沿岸域人口シナリオを2100年まで推定する。そのシナリオは、国レベルまたは都道府県レベルの広域で作成されているものを、ダウンスケーリングによる沿岸域の人口分布とする。

(3) 高潮発生確率を基にしたシナリオ別の沿岸の社会被害評価

シナリオ別の被災推定人口とその地図、被害推定額を定量的に示す。

(4) 適応策についての検討

適応策の選択肢として、当初、堤防の嵩上げ、居住地を沿岸域から内陸へ撤退、家屋の床嵩上げなどを考えていた。2011年東北地方太平洋沖地震に伴う津波被害を受けて、日本の海岸保全の考え方に、防御レベルと減災レベルの2段階が設定された。この内、防御レベルでは数十年から百数十年に一度起こりうる津波もしくは高潮のうち高い方を海岸堤防の設計条件に入れることとなった。この改定を受けて、本研究でもこの新しい防御レベルに着目して、防御レベルと適応策の関係を検討し、「賢い適応策」の方向性を示すことにした。

3. 研究の方法

(1) 人口シナリオ

国立社会保障・人口問題研究所(以下、社人研と呼ぶ)では、日本の将来人口の推計を行っているが、都道府県別については30年間に限られていること、またIPCCが作成した温室効果ガス排出シナリオ(SRESシナリオ)と関連がないことから、各県の将来人口を独

自に推計することとした。2100年までの都県を一括した将来人口の基本値をコーホート要因法で推計した。基準人口には平成17年の国勢調査第1次基本集計結果の年齢別人口を用いた。年齢不詳の人数は、全年齢の人口に対する各年の人口の率で配分させた。出生率は現在まで続く人口減少が開始した昭和47年からの値に、累乗近似を適用したトレンド推計法により2035年までの出生率を予測して、2035年以降は出生率の低下が止まると仮定した。これを2005年の同県における女子の年齢別出生率分布(厚生省の人口動態調査)の形状が将来にわたって同一として、年齢別出生率分布を求めた。なお出生性別の男女比は過去15年の平均値105.5:100で一定とした。将来の生存期間についても、平均寿命年次推移(厚生労働省)をもとにこれまでの性別トレンドを2050年まで外挿して求めたが、2050年以降は2050年を置換水準として一定とした。年齢別の死亡率は、それに伴う平均寿命を先に求めたものと一致させるために、平成20年簡易生命表(厚生労働省)をもとに収束計算を行った。移動については、無視できない要素であるが推定が容易でないため、ここでは転出入総数は一定とした。また、各県で一括して推定しているため、県内の市町村間の移動も考慮していない。以上の基礎値を用いて、2005年を基準とした2100年までの将来人口推計をおこなった。

SRESシナリオでは、地球温暖化ガス排出量を含め21世紀の多様な社会シナリオを描いており大きく4つのシナリオに分かれる。その4つのシナリオのうち代表的なシナリオとしてA1B、A2、B1、B2シナリオがあげられる。このうちA1BシナリオとB1シナリオの人口はほぼ同じであるため、同一の値を用いる。コロンビア大学のCenter for International Earth Science Information Network(2002、以下CIESIN)は、IPCCのSRESシナリオに基づく21世紀中のアジアなど地域別人口から国別人口にダウンスケーリングしている。これを都県にダウンスケーリングするために、簡易的に式(1)をあてはめた。

SRES各都県推計人口

$$= \frac{\text{SRES日本推計人口}}{\text{日本推計人口}} \times \text{各都県推計人口}$$

・・・(1)

ここで用いた日本推計人口は、社人研が平成18年12月に推計した2055年までの将来人口推計と2056年以降の超長期参考推計人口(死亡中位、出生中位)である。

各SRESシナリオによる都県の将来の人口分布には、地域メッシュ統計の茨城(総務省、

平成 17 年国勢調査) をもとに各 SRES シナリオ別の茨城県の人口成長率を乗じたものを用いた。

(2) 高潮位シナリオ

高潮位には、観測された既往最高水位に海面上昇を加えたものを基本とした(式(2))。

$$\eta_{\max} = \eta_{H.H.W.L} + \eta_{S.L.R} \quad (2)$$

例えば、茨城沿岸の最高水位は 2006 年 10 月の温帯低気圧に伴い長時間の高潮が継続して満潮と重なった時の 147cm(信岡ら, 2008)である。この最高水位に、SRES シナリオに基づく海面上昇シナリオを加えたものを高潮位シナリオとした。

海面上昇シナリオとしては、IPCC 第 4 次報告書で示された、東大・(独)国立環境研究所・(独)海洋開発機構 (Hasumi ら, 2004) の気候モデルを用いた温暖化実験で得られた熱膨張による 2100 年までの値を元にした。海面上昇には氷河・氷床の融解の効果もあるが、詳細な値は公開されていない。そこで、IPCC 第 4 次報告書に記載されている熱膨張による海面上昇と全海面上昇量との比の全気候モデル平均値を、上述のモデルによる詳細な時系列結果に乗じたものを採用した。なお、SRES シナリオのうち B2 シナリオの熱膨張による海面上昇量値は得られなかったため、IPCC 第 4 次報告書に記載されている B2 シナリオと A1B, B1 のシナリオの海面上昇量との比から簡易的に求めた。以上より定めた、本研究で用いる 4 つの SRES シナリオ (A1B, A2, B1, B2) による高潮位シナリオの例として茨城県のものを用いて図-1 に示す。

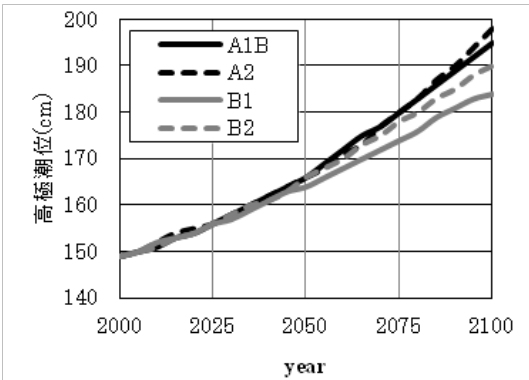


図-1

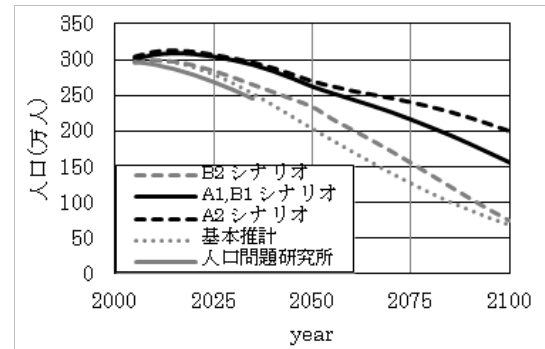
(3) 複合影響評価

海岸線における高潮位と標高を、海岸からの氾濫経路を考慮して比較するレベル湛水法を用いて、将来の潜在的高潮氾濫域を求めた。ここで用いた標高モデルは、国土地理院の数値地図 50m を世界座標系の 100m メッシュに変換したものである。簡易的な氾濫計算方法であるが、堤防など海岸防御施設が無い場合においては、波浪の影響は水際付近で消えることや、wave set-up の効果は上述の最高水位に既往最高の波高に伴う値として含まれていることから、レベル湛水法でも浸水域に大きな誤差は生じないと考えられる。

ある年の氾濫域メッシュの人口を県全体で合計したものをその年の影響人口としてまとめた。また、土地利用については、土地利用細分メッシュデータ (国土交通省, 平成 18 年度) を用い、現在から将来まで利用変更がないと仮定して、氾濫域の土地利用別の氾濫面積を求めた。

4. 研究成果

将来人口を推計した結果では、茨城県など



では SRES シナリオにより人口減少の程度が異なるが、現在から 2100 年までに約 100~220 万人減少することが推定された (図-2)。沿岸域の人口もこれに従い、もしくは元々相対的に人口密度が低い地域はさらに減少することが考えられた。

図-2

茨城県においては海岸防御施設が無い場合、高潮氾濫域は現在に比べ 2100 年では約 1.5 倍になり、建物用地や港湾などに代表されるその他用地と、森林で増加が大きくなった。この森林には防砂・防潮林として長年整備されてきたものが多く含まれる (図-3)。

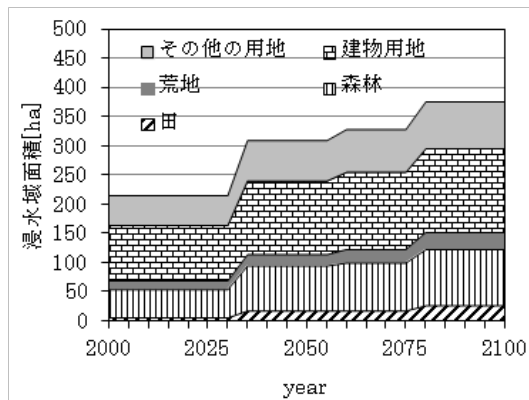


図-3

氾濫域が拡大するに関わらず氾濫域の人口は負の人口増加に伴い 2100 年には浸水域人口の増減が A2 シナリオではほぼ無く、A1B シナリオでは約 8 割に減少、B2 シナリオでは約 4 割に減少する結果となった(図-4)。この浸水域人口を人口密度との関係で調べた結果、1ha 当たり 2~3 世帯(軒)に該当する人口密度が低い範囲(10 人/ha 以下)に定住する浸水人口が、総浸水人口と比べ現在では約 5 割、将来では 8 割も占める結果となった。

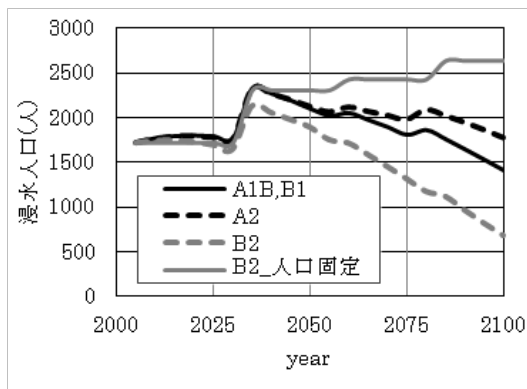


図-4

対象災害を津波で考えてみることから、将来の高潮や海面上昇に対する適応策を検討してみた。茨城県では平成 24 年 8 月に防御レベルとして海岸堤防の目標高さを公表した。この高さに対して上述のうち最高の海面上昇と高潮による越流の可能性を検討したところ、既往最大の水位に海面上昇を加えても目標高さを大幅に下回った。これは目標高には高潮などの海面水位の上昇に加え暴浪による波の打ち上げ高対策も含まれているからである。仮に既往最高水位の 2 倍の高さ、これは極値統計解析にしたがえば大洗港では 5000 年に一度の高潮に相当するものであるが、それに海面上昇を加えても、越流は生じない結果となった。

適応策の方法について改めて整理すると、目標とする海岸堤防が整備されれば残る対

策として、一つは越波対策、もう一つは津波減災レベルに関する津波ハザード域の避難対策に集約される。これには仮に海面上昇に高潮が重なった場合で破堤が起こっても、それを事前に察知できれば、津波避難と同様の避難で対応できると考えられるからである。高床式家屋による対策については、津波の避難先として設定できるのは避難ビルか避難タワーであるので、効果的な対策とは考え難い。問題を単純化すれば、避難ビルまたは避難タワーの建設費に浸水により損失する資産と、高台に撤退による移転費用と移転に伴う土地利用の変更にもなう生産額の低下に、堤防の建設および維持管理のコストの総合評価になる。堤防のコスト低減するための可能性として、越波対策と合わせて緩衝帯を設けることも賢い適応策としてありえると言える。

以上の結果から今後の沿岸域管理において、海岸防御のみでなく低人口密度の地域における移住や土地利用の変更の可能性を、護岸や堤防の高さと、緩衝帯となりうる防砂・防潮林の拡大や維持の関係を含めて、検討することに価値があるといえた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 2 件)

- ① 信岡尚道, 鶴崎賢一, 松浦健郎, 鍋谷泰紀, 2011 年東北地方太平洋沖地震による茨城県北部の津波土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol. 67, 1286-1290, 2011, 査読有。
- ② 信岡尚道, 奈良直樹, 茨城沿岸における人口成長と海面上昇の複合影響評価, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol. 66, 1336-1340, 2010, 査読有。

[学会発表] (計 0 件)

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称:

発明者:

権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

6. 研究組織

(1) 研究代表者

信岡 尚道 (NOBUOKA Hisamichi)
茨城大学・工学部・准教授
研究者番号：00250986