

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26

# 気候変動を踏まえた海岸保全のあり方

## 提言(案)

令和2年6月

気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会

27	目次(案)	
28		
29	1. はじめに.....	1
30	2. 海岸保全に影響する気候変動の現状と予測.....	2
31	(1)平均海面水位の上昇.....	4
32	(1-1)顕在化している平均海面水位の上昇.....	4
33	(1-2)平均海面水位の将来予測.....	5
34	(1-3)平均海面水位への今後の対応方針.....	5
35	(2)高潮時の潮位偏差の変動.....	5
36	(2-1)高潮時の潮位偏差の変動.....	5
37	(2-2)潮位偏差への今後の対応方針.....	6
38	(3)波浪の変動.....	7
39	(3-1)波浪の変動.....	7
40	(3-2)波浪への今後の対応方針.....	7
41	(4)海浜地形と漂砂.....	8
42	(4-1)海浜地形と漂砂への影響.....	8
43	(4-2)海岸侵食への今後の対応方針.....	8
44	3. 海岸保全に影響する外力の将来変動予測.....	9
45	(1)台風.....	9
46	(1-1)バイアス補正前.....	9
47	(1-2)バイアス補正後.....	10
48	(2)低気圧.....	11
49	(3)定量化に関する今後の課題.....	11
50	4. 気候変動を踏まえた海岸保全の基本的な方針.....	12
51	(1)海岸保全の基本的な方針.....	12
52	(2)各沿岸における海岸保全の計画.....	13
53	(3)あわせて実施すべき事項.....	13
54	5. 今後の海岸保全対策.....	13
55	(1)高潮対策・津波対策.....	14
56	(2)侵食対策.....	15
57	6. 今後(5~10年)さらに検討すべき事項.....	16
58	7. おわりに.....	16

## 1. はじめに

平成 30 年 9 月に西日本を中心に甚大な被害をもたらした台風第 21 号<sup>1</sup>は、大阪湾における第二室戸台風の観測記録を超える最高潮位を観測した。また令和元年房総半島台風や令和元年東日本台風<sup>2</sup>は広範囲の豪雨、暴風に伴う高波・高潮により甚大な被害をもたらした。「気候変動に関する政府間パネル(以下「IPCC」という。)」による第 5 次評価報告書(2013 年)<sup>3</sup>では、気候システムの温暖化には疑う余地がなく、大気と海洋は温暖化し、雪氷の量は減少し、海面水位は上昇していること、更に、21 世紀の間、世界全体で大気・海洋は昇温し続け、世界平均海面水位は上昇が続くであろうことなどが報告されている。平成 30 年台風第 21 号<sup>1</sup>をはじめとする近年の水害は、今後の気候変動に伴う高潮等の水災害の頻発化・激甚化を懸念させるものである。

海岸行政では、「沿岸部(海岸)における気候変動の影響及び適応の方向性」(平成 27 年 7 月)<sup>4</sup>において、「海象のモニタリングを行いながら気候変動による影響の兆候を的確に捉え、背後地の社会経済活動及び土地利用の中長期的な動向を勘案して、ハード・ソフトの施策を最適な組み合わせ(ベストミックス)で戦略的かつ順応的に進めることで、『高潮等の災害リスク増大の抑制』及び『海岸における国土の保全』を図ることが適当である。」としたところであるが、不確実性を有する将来の気候変動の影響をいかに海岸保全施設の計画・設計に反映させるかという課題は依然残されたままであった。

さらに、平成 30 年には、「気候変動適応法」が施行され、「気候変動に起因して、生活、社会、経済及び自然環境における気候変動影響が生じていること並びにこれが長期にわたり拡大するおそれがあることに鑑み、気候変動適応に関する計画の策定、気候変動影響及び気候変動適応に関する情報の提供その他必要な措置を講ずることにより、気候変動適応を推進し、もって現在及び将来の国民の健康で文化的な生活の確保に寄与すること」が法的に位置づけられた。

その一方で、沿岸部に及ぼす気候変動の影響に関する研究は着実に進んできており、我が国においても、気候変動に関する将来予測を海岸保全の取組に積極的に活用すべき時にきている。また、平均海面水位は 100 年以上の長期にわたって上昇を続けて元に戻る事がなく、海岸保全の取組にも長期間を要することなどから、科学的な知見を社会全体で共有し、将来の気候変動の影響を前提とした沿岸部の地域づくりに着手すべきである。

本委員会では、これまでの海岸保全の取組を踏まえつつ、ハード・ソフトの気候変動適応策をより一層具体化すべく、気候変動に伴う平均海面水位の上昇や高潮時の潮位偏差(以下「潮位偏差」という。)や波浪の変動等による沿岸地域への影響や海岸保全の前提となる外力の考え方、気候変動を踏まえた整備手法等、今後の海岸保全のあり方について以下のとおり検討を進めた。

- 40 ・ まず、専門家から最新の科学的知見について話題提供を受けながら、常時の現象で  
41 ある「平均海面水位」から議論を始め、次に、極端な現象である台風や低気圧の接  
42 近時等に生じる「潮位偏差」及び「波浪」について議論した。波浪については、平常時  
43 の波浪(以下「常時波浪」という。)についても議論を行った。  
44
- 45 ・ 次に、現時点で活用し得る、気候変動の影響を考慮した多数の気象現象の計算(ア  
46 ンサンブル計算)のデータベースである d4PDF<sup>※</sup>の台風データ及び低気圧データにつ  
47 いて、観測結果との比較や、過去実験と将来実験の差異の傾向を分析するとともに、  
48 これを用いて過去及び将来における潮位偏差の極値を簡易的に解析し、気候変動  
49 による潮位偏差の変化の傾向等を分析した。  
50 ※ database for Policy Decision making for Future climate change  
51

52 このような最新の科学的知見と本委員会における独自の分析を踏まえ、本委員会は気  
53 候変動を踏まえた今後の海岸保全のあり方をここに提言するものである。  
54  
55

## 56 2. 海岸保全に影響する気候変動の現状と予測

57 ○海岸保全を考える上で、「海岸防護」は、高潮、津波、波浪の侵入から国民の生命、財産  
58 を守り、国民の共通の資産である海浜を侵食から守ることである。「海岸環境の整備と保  
59 全」は、生態系や歴史・文化の基盤となった泥浜、砂浜、礫浜、磯など多様な空間その  
60 ものを保全するとともに、歴史・文化の舞台となった海岸景観を保全し、必要に応じて劣  
61 化している海岸環境の整備、改善を図ることである。また、「海岸利用」は、レクリエーショ  
62 ン、流通、漁場など多様な利用形態の輻輳、利用形態間の対立の調整を図り、安全で快  
63 適な海岸利用を増進することである<sup>5</sup>。

64 ○各海岸において具体的に海岸防護や海岸環境の整備と保全、海岸利用を考慮し海岸保  
65 全を計画する際には、平均海面水位、潮位偏差、波浪(波高、周期、波向き等)、海浜形  
66 状及び漂砂等を検討しておく必要がある。そのため、以下その現状と予測について示  
67 す。

68 ○IPCC の第5次評価報告書<sup>3</sup>において、過去 100 年程度の間に観測された気候変動につ  
69 いて、「気候システムの温暖化には疑う余地はない」とされている。世界平均地上気温は  
70 1850～1900 年の期間平均と比べて 2003～2012 年の期間平均は 0.78℃上昇し、日本の  
71 平均地上気温においても、気象庁の観測<sup>6</sup>によると、年平均気温は 1898 年から 2019 年  
72 で 100 年あたり 1.24℃の割合で上昇している。1955 年から 2019 年において、海洋表層  
73 (0～2,000m)で水温が上昇したことはほぼ確実とされており、日本近海における、およそ  
74 100 年間の海面水温の上昇率(+1.14℃/100 年)は世界全体で平均した海面水温の上昇  
75 率(+0.55℃/100 年)よりも大きな値となっている。また、世界平均海面水位は、1901 年か  
76 ら 2010 年の期間に 0.19m 上昇していることなどが示されている。

77 ○IPCC 第 51 回総会(令和元年9月)において、「変化する気候下での海洋・雪氷圏に関する  
78 IPCC 特別報告書(海洋・雪氷圏特別報告書)<sup>7</sup>(以下「SROCC」という。)の政策決定

- 79 者向け要約が承認されるとともに、報告書本編が受諾された。2100年における平均海面  
80 水位の予測上昇範囲は、1986～2005年の期間と比べて、RCP2.6では0.29-0.59m、  
81 RCP8.5では0.61-1.10mと第5次評価報告書から上方修正された。
- 82 ○その一方で、我が国の海岸では災害が繰り返され、近年のものだけでも、平成30年台  
83 風第21号<sup>1</sup>、令和元年房総半島台風、令和元年東日本台風<sup>2</sup>の波浪・越波等により、各  
84 地で海岸保全施設や背後地の被害が発生した。平成30年台風第21号<sup>1</sup>では、大阪港と  
85 神戸港で第二室戸台風を上回る既往最高の潮位を記録した。また、令和元年東日本台  
86 風<sup>2</sup>では、駿河海岸で観測史上最高の潮位と最大の有義波高を記録、東京港で、昭和  
87 24年のキティ台風を上回る潮位偏差を記録した。
- 88 ○これまで海岸保全の取組は、各湾における既往最高潮位、又は我が国における既往最  
89 大の高潮被害を引き起こした伊勢湾台風と同等の台風が最悪経路を通った場合におけ  
90 る潮位等に基づき対応を行ってきた。しかし、将来、気候変動によって、現在の計画を上  
91 回る高潮や高波が来襲する頻度が増加することも想定される。このため、海岸保全の取  
92 組においても、過去のデータに基づくものに加え、気候変動によって将来発生することが  
93 想定される現象を予測し、気候変動による影響を考慮した海岸保全対策へと転換すべ  
94 きである。
- 95 ○将来予測について IPCC 第5次評価報告書<sup>3</sup>では、代表的濃度経路シナリオ(以下「RCP  
96 シナリオ」という。)が複数用意された。具体的には、4つの RCP シナリオが用意されてお  
97 り、最も温暖化が進む RCP8.5(現在のように温室効果ガスを排出し続けた場合)では 2.6  
98 ～4.8℃、最も温暖化を抑えた RCP2.6(21世紀末に温室効果ガスの排出をほぼゼロにし  
99 た場合)では、0.3～1.7℃、それぞれ世界平均地上気温が上昇すると予測されている。
- 100 ○海岸保全の取組に反映する RCP シナリオの選定にあたっては、将来の実際の気温上昇  
101 と比較して気温上昇が大きいシナリオを採用した場合には海岸保全の目標を上回る外  
102 力に対応する施設整備等を実施するリスクが、気温上昇が小さいシナリオを採用した場  
103 合には海岸保全の計画の再度の見直しと手戻りの可能性を含む非効率な施設整備等  
104 を実施するリスクが、それぞれ存在する。
- 105 ○また、それぞれのシナリオにおいても、気候変動予測モデルによってその結果に違いが  
106 あり、気温上昇の小さいシナリオにおける平均海面水位の上昇量は、可能性が高い予  
107 測幅(5～95%信頼区間)で見れば気温上昇の大きいシナリオによる上昇量と重複する  
108 部分があるなど、予測結果には無視できない幅(予測の不確実性)が存在している。
- 109 ○以上のように、リスクや予測の幅はあるものの、今、将来の気候変動による影響の程度  
110 を決定し、将来の平均海面水位の上昇等を踏まえたハード・ソフトの対応を始めなけれ  
111 ば、計画の頻繁な見直しやその都度追加的な対策の実施に迫られ、今後の海岸保全が  
112 より非効率となり、必要な海岸保全に要する期間が長期化してしまうおそれがある。その  
113 ため、できるだけ確信度の高い予測結果を取り込んでいくことが重要となる。
- 114 ○いずれのシナリオを採用するかについては、気候変動に関する国際的枠組みであるパリ  
115 協定において掲げられた「世界の平均気温上昇を産業革命以前と比べて2℃未満に抑  
116 え、1.5℃までに抑える努力をする」との目標の下、日本を含め世界各国において温室効  
117 果ガスの排出抑制対策が進められていることを考慮し、また、現在全国の海岸には目標

118 とする安全度に到達していないところもあり、現計画での目標に到達するまでにも相当の  
119 期間を要することも踏まえ、現時点において海岸保全に反映させる外力の基準とするシ  
120 ナリオは、RCP2.6(2°C上昇相当)における予測の平均的な値を基本とすることが妥当で  
121 ある。

122 ○ただし、RCP2.6(2°C上昇相当)における外力の変化にも幅があること、また、2°C以上の  
123 気温上昇が生じる可能性も否定できないことから、RCP8.5(4°C上昇相当)における予測  
124 の平均的な外力の値も参考とすることが考えられる。RCP8.5(4°C上昇相当)等のシナリ  
125 オは、地域の特性に応じて海岸保全における整備メニューの点検や減災対策を行うため  
126 のリスク評価、海岸保全施設の効率的な運用の検討、将来の施設改良を考慮した施設  
127 設計の工夫等の参考として活用することが適当である。

128 ○また、平均海面水位は徐々に上昇し、砂浜の減少、沿岸部の排水不全、橋梁の架け替  
129 え等その影響は将来にわたって平常時にも継続して広範囲に作用することから、長期的  
130 には、海岸保全のみでは対応できない限界があることを意識し、海岸保全だけでなく広  
131 域的・総合的な視点から沿岸地域の土地利用等を考慮した気候変動への対応を図るう  
132 えでも、将来の平均海面水位の過小評価は避けるべきである。そのため、平均海面水  
133 位については、2100年に1m程度上昇するというRCP8.5(4°C上昇相当)の上位の予測  
134 も想定外とせず、長期的視点から考慮すべきである。

135

#### 136 (1) 平均海面水位の上昇

##### 137 (1-1) 顕在化している平均海面水位の上昇

138 ○海面水位については、過去の観測記録から以下のような事実が認められる<sup>8</sup>。

139 ● 世界の平均海面水位は、1900年以降、明瞭な上昇傾向がある。

140 ● 日本沿岸の平均海面水位は、1906～2019年の期間では上昇傾向は見られないものの、  
141 1980年代以降、上昇傾向が見られる。

142 ● 近年だけで見ると、日本沿岸の海面水位の上昇率は1970～2015年の期間で1年あたり  
143 1.4[0.9～1.9]mmの割合で上昇しており、1993～2015年の期間で1年あたり2.8[1.7～  
144 4.0]mmの割合で上昇した。近年だけで見ると、日本沿岸の海面水位の上昇率は、世界  
145 平均の海面水位の上昇率と同程度になっている。

146 ● 日本沿岸の海面水位は、1906～2019年の期間を通して、北太平洋の偏西風の影響など  
147 により<sup>9 10</sup>、10年から20年周期の変動がある。

148 ● IPCC第5次評価報告書<sup>3</sup>では、世界の平均海面水位は長期的に上昇しており、近年上  
149 昇率が大きくなっていると報告されている。

150 ○本委員会において、気象庁による海面水位の上昇率の解析手法と同様の手法で、日本  
151 の沿岸の朔望平均満潮位の平均上昇率を解析した結果<sup>11</sup>、気象庁の解析による平均海  
152 面水位の上昇率(4海域平均)1.3～2.8mm/年<sup>8</sup>に対して、朔望平均満潮位の上昇率は  
153 1.0～2.2mm/年となった。これは、海域や分析期間が異なる条件でも概ね同様の値とな  
154 った。

155

156 (1-2)平均海面水位の将来予測

157 ○IPCC 第5次評価報告書<sup>3</sup>では、「世界の平均海面水位は、21世紀中に上昇する可能性  
158 が高い。21世紀末には、20世紀末に比べて、RCP8.5シナリオでは0.71[0.51~0.92]m、  
159 RCP2.6シナリオでは0.39[0.26~0.53]m上昇する。」とされている。

160 ○SROCCでは、2100年までの平均海面水位の予測上昇範囲は、RCP8.5では0.61-1.10m、  
161 RCP2.6では0.29-0.59mと第5次評価報告書<sup>3</sup>から上方修正された。

162 ○気象庁によれば、「日本沿岸の海面水位は、十年規模の変動が卓越するものの、1980  
163 年代以降、上昇傾向がみられる(1993~2010年の上昇率は+2.8[1.3~4.3]mm/年)。<sup>8</sup>」と  
164 されており、気象研究所による最新の研究成果によれば、「日本沿岸の海面水位は、21  
165 世紀中に上昇する可能性が高い。<sup>12</sup>」とされている。

166 ○他方、近未来(2031-2050年)に着目すると、SROCCにおける平均海面水位の予測上昇  
167 範囲は、RCP2.6シナリオでは0.17[0.12-0.22]m、RCP8.5シナリオでは0.20[0.15-0.26]m  
168 となり、シナリオ間で大きな違いはない。<sup>7</sup>

169

170 (1-3)平均海面水位への今後の対応方針

171 ○(1-1)(1-2)を踏まえ、気候変動による平均海面水位の上昇量については、今後以下  
172 のように対応することが考えられる。

173 <前提条件>

174 ① 施設で防ぎきれぬ高さには限界があり、ハード・ソフト施策を組み合わせ、災害を防  
175 止・軽減する。

176 ② 現行計画の作成当時と比べ、すでに気候変動の影響による外力増加が顕在化して  
177 いる可能性がある。

178 ③ 予測の不確実性については十分考慮すべき。

179 <対応方針>

180 ① 既に顕在化している気候変動の影響を考慮するため、最新の観測データも含めた統  
181 計データを用いて期望平均満潮位を設定する。

182 ② 観測結果の傾向の外挿及び予測データを用いて、将来予測される平均海面水位の  
183 上昇量を考慮する。

184 ③ 2050年以降など中長期の適応を考える場合には、最新の観測データをベースに将  
185 来へ外挿するだけでは精度に不安があるため、気象庁等による科学的な予測値を考  
186 慮する。

187

188 (2)高潮時の潮位偏差の変動

189 (2-1)高潮時の潮位偏差の変動

190 ○高潮時の潮位偏差の変動は、平均海面水位の上昇とは異なり台風や低気圧といったイ  
191 ベントが発生した際に顕在化する。

192 ○IPCC 第5次評価報告書<sup>3</sup>によって以下の2点が指摘されている。

193 ●「世界全体での熱帯低気圧の発生頻度は減少するか、又は本質的には変わらないまま  
194 である可能性が高く、それと同時に、世界平均した熱帯低気圧の最大風速及び降水量

195 は増加する可能性が高い。将来、気候変動が熱帯低気圧に及ぼす影響は地域によって  
196 異なる可能性が高いが、変化の具体的な特徴はまだ十分に定量化されておらず、地域  
197 を特定した頻度と強度の予測における確信度は低い。」。

198 ●「低気圧経路のシミュレーションには系統的なバイアスが存在するにもかかわらず、ほと  
199 んどのモデルや研究は将来の温帯低気圧の数の変化において一致している。世界全体  
200 の温帯低気圧の数は数パーセント以上減少する可能性は低い。予測に基づけば、どち  
201 らかと言えば北太平洋の低気圧経路は極方向に移動することの確信度は中程度である。  
202 地域的な低気圧経路の変化の大きさと、その変化が地域的な地表での気候に与える影  
203 響についての確信度は低い。」

204 ○「気候変動の観測・予測及び影響評価統合レポート 2018～日本の気候変動とその影響  
205 ～<sup>13</sup>」によれば、「地球温暖化により北西太平洋での台風発生数は全般的に減少するこ  
206 と、さらに最も発生数の多い海域が現在のフィリピン近海から将来はその東方に移ること  
207 により、日本への台風接近数が減る傾向や経路の変化が予測されている。IPCC 第5次  
208 評価報告書<sup>3</sup>以降の結果では、台風の通過頻度はその強度如何によらず北西太平洋で  
209 減少傾向が予測されている。ただし、それらの不確実性は現状では小さくない。また、台  
210 風の強度は頻度よりも予測が難しい。」とされ、研究事例<sup>13</sup>として、「極端に強い台風の最  
211 大強度が顕著に増加し、その強度を維持した状態で日本等の中緯度帯にまで到達する  
212 可能性があることを示唆する予測結果」、「伊勢湾台風がもし 21 世紀末に発生したら、  
213 現在気候のときより 10～25hPa 程度、最低中心気圧が低くなるとの結果」、「猛烈な台風  
214 といった強い台風の数が現在より増加するのか減少するのか、依然として不確実性が大  
215 きいものの、将来、総数に対する強い台風の割合は増すとの予測」、「世界の各海域及  
216 び日本周辺を対象に台風の中心気圧の将来変化を定量的な不確実性評価と併せて解  
217 析した結果、北西太平洋をはじめとする各海域で台風の中心気圧は将来顕著に低下し、  
218 特に日本周辺の将来変化は全球平均より大きくなること」が紹介されている。

219 ○こうした知見から、将来、高潮時の潮位偏差は、極値は増加すると考えられる。

220

221 (2-2) 潮位偏差への今後の対応方針

222 ○(2-1)を踏まえ、気候変動による潮位偏差の変動量については、今後以下のように対  
223 応することが考えられる。

224 <前提条件>

225 ① 潮位偏差は、地域や地形等によって大きく異なる。

226 ② 現行計画の計画外力は、台風に基づき推算している地域と低気圧に基づき推算して  
227 いる地域とがある。

228 ③ 気候変動影響に基づく将来予測の定量化に係る研究が一定程度進められている。

229 ④ 現行計画の作成当時と比べ、近年の観測結果にはすでに気候変動の影響により想  
230 定される再現期間よりも短くなっている可能性がある。

231 ⑤ 現時点では、潮位偏差の変動量の予測や定量化は、平均海面水位の上昇量に比べ  
232 て、不確実性が高い。

233 <対応方針>

234 ○将来予測される潮位偏差の変動量を推算し、増加量を考慮する。

235

236 (3) 波浪の変動

237 (3-1) 波浪の変動

238 ○波浪については、常時波浪の変動と台風・低気圧の接近といったイベントが発生した際  
239 に顕在化する変動がある。

240 ○志村・森ら(2019)<sup>14</sup>は、将来気候変動条件下における日本沿岸の高解像度波候予測を  
241 行っている。それによれば、将来気候における有義波高と平均周期は、現在気候と比較  
242 してそれぞれ 10% 及び 3% 程度の減少を予測している。また、有義波高と平均周期の統  
243 計量に加えて、期間平均方向スペクトルの将来変化を解析し、日本沿岸で平均方向スペ  
244 クトルの全帯域でエネルギーが減少することにより、有義波高及び平均周期の減少につ  
245 ながることを明らかにしている。平均波向きは、日本海側では、その時計回りの角度でエ  
246 ネルギーの減少量が大きい反時計回りに 3.5° 程度、東日本太平洋側では、平均  
247 波向きの反時計回りの角度に位置するピークのエネルギーの減少量が大きい反時計  
248 回りに 4.5° 程度変化することを予測している。

249 ○こうした知見も踏まえ、将来、波浪は、平均では有義波高及び平均周期が減少し、また、  
250 波向きが変化する、台風等が強大化することにより年最大波や設計波などの極値は増  
251 大すると考えられる。

252

253 (3-2) 波浪への今後の対応方針

254 ○(3-1)を踏まえ、気候変動による波浪の変動量については、今後以下のように今後の  
255 対応することが考えられる。

256 <前提条件>

- 257 ① 波浪は地域や地形等によって大きく異なる。  
258 ② 現行計画の計画外力は、台風に基づき推算している地域と低気圧に基づき推算して  
259 いる地域とがある。  
260 ③ 現行計画の作成当時と比べ、近年の観測結果にはすでに気候変動の影響による変  
261 動量が含まれている可能性がある。  
262 ④ 現時点では、波浪の変動(沖合での波高の増加及び周期や波高の変化等)の予測  
263 や定量化は、平均海面水位の上昇量に比べて、不確実性が高い。

264 <対応方針>

- 265 ① 既に顕在化している気候変動の影響を考慮するため、できるだけ長期間(観測開始  
266 から)の観測データ又は波浪推算に基づいた統計解析によって設計波を決定する。  
267 ② 将来予測される波浪の変動量を推算し、考慮する。  
268 ③ 近年に気候変動の影響が顕在化したデータが含まれている場合、長期間の観測デ  
269 ータを使用して極値の経年的な増大による影響を無視した極値統計解析を行うと、極  
270 値を過小評価してしまう可能性があることに留意する。

271

272 (4)海浜地形と漂砂

273 (4-1)海浜地形と漂砂への影響

274 ○海と陸との接点である海岸において、砂浜(礫浜を含む)は、岩礁とは異なりその形状が  
275 日々変わりうるという特徴を有している。また、砂浜は、波を減衰させ、背後に集中する  
276 人命や財産を高潮や津波等の災害から守るといった重要な役割を担っているなど、防護・  
277 環境・利用の観点から、我々が社会生活を送る上で欠くことができない機能を有してい  
278 る。

279 ○我が国において、砂浜は干拓による農地開発や塩田・港の造成等の影響を受けて徐々  
280 に姿を消す一方、その利便性等から沿岸部に多くの人々が住むようになり、沿岸部は様々  
281 な面から錯綜した利用状態となった。特に高度経済成長期には三大湾や瀬戸内海を中心  
282 に生産・物流・エネルギー供給基地等としての埋め立てが進み、相次ぐ大規模な台風  
283 の来襲の被害による影響も相まって、急速な勢いで沿岸部の人工化が進み砂浜の減少  
284 が加速した。今も河川からの供給土砂量の減少や海岸部での土砂収支の不均衡等の  
285 様々な要因により砂浜の侵食が進んでいる。これらの人為的改変の結果もたらされた流  
286 出土砂量や沿岸漂砂の変化等により、砂浜は明治後期から約70年間で約5,000haが減  
287 少(72ha/年)し、特に1978(昭和53)年以降の約15年間には東京都の新島に相当する  
288 2,400ha(160ha/年)が減少してきた<sup>15</sup>。このような海岸侵食は、一部で引き続き進行してお  
289 り、現在もなお、貴重な国土が失われ続けている。

290 ○今後、さらに、日本の砂浜は、気候変動の影響による平均海面水位の上昇により、  
291 RCP2.6シナリオで約6割、RCP8.5シナリオでは約8割が消失する可能性がある<sup>16</sup>という  
292 研究例があるなど、国土保全上の懸念がある。

293 ○平均海面水位の上昇は、砂浜や干潟、藻場などの生態系にも影響を及ぼすと考えられ  
294 る。

295 ○また、極端現象だけでなく、平常時から海面水位や波浪(波高・周期及び波向き)等の影  
296 響を受ける。

297 ○一方、海岸保全においては、進行する海岸侵食に対応するため、河川の上流から海岸  
298 までの流砂系における総合的な土砂管理対策とも連携するなど、関係機関との連携の  
299 下に広域的・総合的な対策が進められている。

300

301 (4-2)海岸侵食への今後の対応方針

302 ○常時波浪の影響を大きく受ける海岸侵食については、以下のような今後の対応方針が  
303 考えられる。

304 <前提条件>

- 305 ① 海岸侵食は、平均海面水位の上昇や波高だけでなく波向きにも影響を受ける。  
306 ② 自然の影響だけでなく、総合土砂管理など人為的な取組にも影響を受ける。  
307 ③ (沖波の条件が与えられれば、)沿岸波浪変形の数値モデルは精度が高い。  
308 ④ 気候変動による常時波浪の将来変化については、日本沿岸の多くで、有義波高及び  
309 平均周期が減少し、波向きも変化するといった研究成果がある。沿岸漂砂による平  
310 面的な地形変化の予測は、岸沖漂砂による断面地形変化より精度が高い。

311 ⑤ 波浪の極値の予測よりは、平均値の予測の方が、統計的な変動は小さい。

312 <対応方針>

313 ○砂浜の地形変化に影響する外力の気候変動影響の定量的な評価が現時点で難しい  
314 一方、海岸侵食は海面上昇の影響等を受けることがほぼ確実であることから、上流域  
315 から海岸への人為的な土砂供給も含めた総合土砂管理の下、モニタリングと気候変  
316 動の影響予測を組み合わせることで順応的に対応していくべきである。

317

318

319 3. 海岸保全に影響する外力の将来変動予測

320 ○2. では海岸保全に影響する気候変動の現状と予測について述べたが、地球規模や日  
321 本周辺における一般的な予測だけでは、各海岸において具体的に海岸保全の計画を検  
322 討するには不十分であるため、平均海面水位の上昇量とともに潮位偏差や波浪に対す  
323 る気候変動影響を計画や設計に反映させるためには、それらについても定量化を行う必  
324 要がある。三大湾等については、既往の研究において定量化の予測が発表されている  
325 もの、全国の各海岸についての研究はまだ少ない<sup>17 18 19</sup>。

326 ○潮位偏差や波浪に対する気候変動影響を計画や設計に反映させるためには、その定  
327 量化を行う必要がある。このため本検討会では、まず大規模アンサンブル気候予測デー  
328 ベース d4PDF のデータ<sup>20</sup>を用いて台風による潮位偏差の気候変動による将来変化の傾  
329 向を定性的に分析した。そのうえで、将来変化の傾向を定量的に評価するには、d4PDF  
330 の台風データに関する最低中心気圧のバイアス等について補正が必要となるため、そ  
331 の補正方法についても検討を行った。

332 ○また、北日本や日本海側など、台風ではなく急速に発達する低気圧(いわゆる「爆弾低  
333 気圧」、以下「爆弾低気圧」という。)が計画外力となる地域もあるため、今後各地域にお  
334 いて外力の将来変化を推定するには、爆弾低気圧による潮位偏差等の変化傾向も議論  
335 していく必要がある。このため、台風と同様に d4PDF から抽出した爆弾低気圧のデー  
336 タを活用して、過去実験と将来実験の差異の傾向を分析するなどした。

337 ○以上の検討の結果、今後潮位偏差等の将来予測を計画外力へ取り込むための変動量  
338 の定量化に向けた課題はあるものの、気候変動の影響による潮位偏差の変動量予測に  
339 d4PDF が活用可能であることを確認した。以下その検討の詳細を示す。

340

341 (1) 台風

342 (1-1) バイアス補正前

343 ○気象庁ベストトラックデータ<sup>※ 21</sup>と d4PDF(60km メッシュ全球)の過去実験(以下「過去実  
344 験」という。)・将来実験(以下「将来実験」という。)の台風データを用いて次の手順でデ  
345 ータを分析した。

346 ※気象庁が北西太平洋域の熱帯低気圧に関する地区特別気象センターとして責任領域  
347 内の熱帯低気圧について 6 時間毎に中心位置、中心気圧、最大風速等の情報をとり  
348 まとめたもの

349 ① 気象庁ベストトラックデータ<sup>21</sup>と過去実験の台風データについて、台風の発生数や頻

350 度、中心気圧の極値等を比較し、観測結果を再現しているかどうかを把握

351 ② ①で再現性を確認した項目について過去実験と将来実験の台風データを比較し、将

352 来変化の傾向を把握

353 ③ 全国の代表的な地点において、過去実験と将来実験の台風データから高潮経験式<sup>22</sup>

354 を用いて潮位偏差の極値を推定し、極値統計解析を行い、潮位偏差の生起確率の

355 変化傾向を分析

356 ○台風の発生数(北緯 0~70 度、東経 100~180 度の範囲内)を比較すると、気象庁ベスト

357 トラック<sup>21</sup>と過去実験の台風の発生数は、同程度であった。また、過去実験と比べて、将

358 来実験の台風の発生数は少なかった。

359 ○台風の日本への上陸数(国土地理院の地球地図日本<sup>23</sup>のポリゴンデータから沖縄県を

360 除いたポリゴンデータを作成し、その範囲内に含まれるものを上陸数として集計)を比較

361 すると、気象庁ベストトラック<sup>21</sup>と過去実験の台風の上陸数は、同程度であった。また、過

362 去実験と比べて、将来実験の台風の上陸数は少なかった。

363 ○日本近海(北緯 20~50 度、東経 120~155 度の範囲内)の台風通過数を比較すると、気

364 象庁ベストトラック<sup>21</sup>と比べると、過去実験では、台風通過数が少ない結果となった。また、

365 過去実験と比べて、将来実験の台風通過数は少なかった。

366 ○日本近海の最低中心気圧の分布状況を分析するため、気象庁ベストトラック<sup>21</sup>と過去実

367 験の最低中心気圧を比較すると、北緯 20 度付近は過去実験の最低中心気圧が高い傾

368 向にある一方で、北緯 40 度付近では過去実験の最低中心気圧が低い傾向にあった。ま

369 た、過去実験と将来実験を比較すると、北緯 30 度から北緯 40 度付近にかけて将来実験

370 の最低中心気圧が低くなる傾向にあった。

371 ○代表地点の予測に用いた最低中心気圧については、極端に低い気圧の領域で、将来実

372 験の方が発生頻度が高くなった。また、潮位偏差の予測結果についても、極端に大きな

373 偏差の領域で、将来実験の方が発生頻度が上昇する傾向となったが、上昇度合いは東

374 京以北では相対的に小さかった。

375

376 (1-2)バイアス補正後

377 ○次に、バイアス補正方法として過去実験及び将来実験に対してクオンタイルマッピング法

378 を適用した。具体的には、緯度 2.5 度幅毎の台風中心気圧(全台風)の超過確率分布(こ

379 こで、超過確率は、より低い中心気圧を極端事象とし、最低中心気圧から順に並べた場

380 合の特定の中心気圧以下の発生確率と定義)を算出し、同じ確率の値を補正した。

381 ○将来実験と過去実験の差分値  $\Delta p$  について、緯度区分毎・パーセントイル毎に整理し、そ

382 の傾向を分析したところ、日本(本州・四国・九州)が位置する北緯 30 度から北緯 40 度付

383 近に着目すると、極端事象に向かうほど将来実験の台風中心気圧が相対的に低下する

384 傾向となる。

385 ○気象庁ベストトラック<sup>21</sup>の中心気圧分布を目標に、過去実験と将来実験のバイアス補正

386 を行ったところ、バイアス補正により過去実験と気象庁ベストトラック<sup>21</sup>と分布形状が概ね

387 一致するように改善された。

388 ○d4PDF の過去実験データと観測データとのバイアス補正を複数の方法で試行した結果、

389 5%タイル付近ではバイアス補正手法の選択による差は軽微であるが、最低値に近い極  
390 端事象では中心気圧の分布形状にばらつき(10hPa 未満)が生じた。

391

## 392 (2)低気圧

393 ○d4PDF(日本域 20km ダウンスケール)過去実験・将来実験の爆弾低気圧データを用いて  
394 次の手順でデータを分析した。

395 ① 過去実験と将来実験の爆弾低気圧データについて、爆弾低気圧の発生数や頻度、  
396 中心気圧の極値等を比較し、将来変化の傾向を分析(なお、参考とするため、爆弾低  
397 気圧情報データベース<sup>24</sup> <sup>25</sup>と過去実験の爆弾低気圧データについて、爆弾低気圧の  
398 発生数や頻度、中心気圧の極値等を比較し、観測結果を再現しているかどうかを分  
399 析)

400 ② 根室において、過去実験と将来実験の爆弾低気圧データから高潮経験式<sup>22</sup>を用いて  
401 潮位偏差の極値を推定し、極値統計解析を行い、潮位偏差の生起確率の変化傾向  
402 を分析

403 ○爆弾低気圧の発生数(北緯0~70度、東経100~180度の範囲内)を比較すると、過去実  
404 験と将来実験の爆弾低気圧の発生数は同程度であった。

405 ○爆弾低気圧の日本への上陸数(国土地理院の地球地図日本<sup>23</sup>のポリゴンデータから沖  
406 縄県を除いたポリゴンデータを作成し、その範囲内に含まれるものを上陸数として集計)  
407 を比較すると、過去実験と将来実験の爆弾低気圧の上陸数は同程度であった。

408 ○日本近海(北緯20~50度、東経120~155度の範囲内)の爆弾低気圧通過数を比較す  
409 ると、日本海側の爆弾低気圧通過数は過去実験と比べて、将来実験の方が多かった。

410 ○日本近海の最低中心気圧の分布状況を分析するため、過去実験と将来実験を比較する  
411 と、将来実験の最低中心気圧が低くなる傾向にあった。

412 ○d4PDF 爆弾低気圧トラックデータから簡易式を用いて根室地点において潮位偏差の将  
413 来変化の推定を試行したところ、予測に用いた最低中心気圧については、台風と比べると過去実験と将来実験の差異が小さく、最低値に近い極端な領域を除いて、両者は同程度であり、潮位偏差の将来変化についても、台風と比べると過去実験と将来実験の差異が小さく、最低値に近い極端な領域を除いて、両者は同程度となった。

417

## 418 (3)定量化に関する今後の課題

419 ○各海岸において計画外力としての潮位や波浪を定め、施設の設計等に取り込んでいくた  
420 めには、適切なバイアス補正方法を含めた将来変化の定量化手法の検討を進める必要  
421 がある。

422 ○爆弾低気圧についても台風と同様の傾向が分析できたが、潮位偏差の簡易推定を試行  
423 した地点・範囲では、設計に関わるレベルでは過去実験と将来実験に明瞭な差異は認  
424 められないため、他の地点における試行等を含め、定量化に向けた検討を行っていく必  
425 要がある。

426 ○今回分析した代表地点だけでなく、日本各地の海岸で、外力の将来変化の定量化を行  
427 っていく必要がある。

428 ○波浪については、今回潮位偏差に関して試行した d4PDF を活用した変動量の推定方法  
429 で同様に変動量の定量化が可能かどうかも含めて検討を行っていく必要がある。

430

431

#### 432 4. 気候変動を踏まえた海岸保全の基本的な方針

433 ○気候変動による平均海面水位の上昇や常時波浪の変動の程度、今後の台風や低気圧  
434 の強大化、強い台風等の頻発化の程度については、温室効果ガスの排出抑制政策の  
435 動向や気候変動予測の不確実性などから大きな幅が存在していることを考慮して海岸  
436 保全を進める必要がある。海岸保全基本計画や施設設計等の検討にあたっては、平均  
437 海面水位の上昇量等の外力の変化を現在の計画や設計の考え方に直接反映するとと  
438 もに、外力の変化に対応するための追加コストなども考慮しながら、必要に応じてさらな  
439 る外力の増加にも配慮することが考えられる。

440 ○海岸保全の目標は、2℃上昇相当(RCP2.6)を前提としつつ、広域的・総合的な視点から  
441 の取組は、平均海面水位が 2100 年に1m 程度上昇する予測(4℃上昇相当(RCP8.5))  
442 も考慮し、長期的視点から関連する分野とも連携することが重要である。海岸保全の前  
443 提とする平均海面水位の上昇量予測が 2100 年以降に1m 程度を超えることとなった場  
444 合には、改めて、その時点における社会経済情勢等を考慮し、海岸保全のみによる対応  
445 の限界も意識し、多様な選択肢を含めて長期的視点から適応策を検討することが考えら  
446 れる。

447 ○ただし、現状の海岸防護システムを劇的に変化させるほどの過剰な平均海面水位の上  
448 昇は、防護対象の地域のみならず、社会構造全体に強い影響をもたらす可能性があり、  
449 社会全体で気候変動の緩和に対応していくことが必要であると考えられる。

450

#### 451 (1) 海岸保全の基本的な方針

452 ○海岸保全における気候変動適応を具体的に進めるため、過去の高潮・波浪の実績のみ  
453 に基づく対応から気候変動を考慮したものへ転換すべきである。

454 ○高潮対策や津波対策については、土地利用やまちづくり等の都市計画等との調整等の  
455 ソフト面の対策も組み合わせた総合的な対策を行うよう努めるべきである。

456 ○広域的・総合的な視点からの取組を推進するうえで、特に、気候変動の影響による平均  
457 海面水位の上昇については、長期的視点から取組を進めるうえで目安となる平均海面  
458 水位を社会全体で共有するよう努めるべきである。

459 ○気候変動を踏まえた海岸の保全に関する調査・研究を推進するため、海岸保全に資す  
460 る情報を広く共有できるような体制を構築すべきである。

461 ○気候変動の影響による気象・海象の変化や長期的な平均海面水位の上昇は、海岸侵食  
462 の進行やゼロメートル地帯の増加、高潮や波浪による被害の激化等、海岸のみならず  
463 国土保全の観点から深刻な影響を生ずるおそれがあることから、潮位、波浪等について  
464 の継続的な監視やデータの蓄積によりその変動を適時適切に把握し、気候変動による  
465 影響の予測・評価を踏まえて、適応策の具体化を進めるべきである。

466

467 (2) 各沿岸における海岸保全の計画

468 ○気候変動の影響による外力の増加がいつ顕在化しても対応できるように、新たな海岸保  
469 全の基本的な方針を踏まえ、速やかに見直しを行うべきである。

470

471 (3) あわせて実施すべき事項

472 ・ 設計基準類の見直し

473 ・ 外力の定量化手法の確立

474 ・ 新たな基準に基づく計画外力の見直し 等

475

476

477 5. 今後の海岸保全対策

478 ○海岸保全施設等の整備は、これまで、伊勢湾台風や東日本大震災等をはじめとする大  
479 災害を契機とする集中投資等により進展してきた。近年も「防災・減災、国土強靱化のた  
480 めの3か年緊急対策」等により整備を加速させている。しかしながら、現在の計画で目標  
481 としている防護水準に対する、整備率は、例えば海岸堤防の高さの確保が5割程度にと  
482 どまるなど、今後とも整備を継続していく必要がある。

483 ○堤防や消波工に沖合施設や砂浜等も組み合わせることにより、防護のみならず環境や  
484 利用の面からも優れた面的防護方式による整備が進められているが、そのうち堤防等  
485 の高さの確保や耐震対策等について、現状の予算規模が継続した場合を仮定すると、  
486 現在の計画上必要な水準までの整備が完了するまでに数十年から百数十年程度の期  
487 間を要すると推定される。また、海岸保全施設の設計供用期間は、一般的に30～50年  
488 とされており、実際に施設の修繕等が必要となるまでの経過年数は、施設によってばら  
489 つきが大きいものの、堤防の場合は波返工で58～100年以上、天端被覆工で47～100  
490 年以上、護岸の場合は波返工で25～100年以上、天端被覆工で28～100年以上などの  
491 事例がある。

492 ○また、海岸事業については、費用便益分析を含む総合的な事業評価によって事業実施  
493 の判断が行われている。費用便益分析に関しては、具体的な手順や算定方法が「海岸  
494 事業の費用便益分析指針<sup>26</sup>」に明示されているが、海岸防護について定量的な便益算  
495 定方法を示している項目は直接被害が中心となっている。

496 ○本委員会では、仙台湾南部海岸、新潟海岸、駿河海岸、高知海岸を対象に、現在の計  
497 画における設計外力の確率評価(安全度)を確認するため、観測開始年から2018年まで  
498 の年最高潮位及び年最大潮位偏差を抽出して極値統計解析を実施した。その結果、「設  
499 計高潮位」も「設計高潮位に含まれる潮位偏差」も50年確率を超える場合が多いが、50  
500 年確率との高さの違いは40cm未満(余裕高の範囲内)であることが確認できた。なお、  
501 50年を超える確率年が得られた理由としては、計画高潮位が朔望平均満潮位に既往最  
502 大潮位偏差を合わせたものであることその他、今回の解析で毎正時の潮位及び潮位偏差  
503 を使用していることや平滑値(約3時間までの周期の成分を除いた潮位)を使用したこと  
504 などが考えられる。

505 ○気候変動の影響を踏まえれば、将来的に現行と同じ安全度を確保するためには、必要と

506 なる防護水準が上がるのが想定される。そのため、環境・利用の観点も含めて適応策  
507 の優先順位を検討し、堤防等による防護だけでなく、砂浜等による面的防護に加え、ソフト  
508 対策との組み合わせや関連する分野と連携した適応策を進めていく必要がある。

509 ○本委員会では、将来外力の定量化に関する検討を進めることにより、例えば、堤防のか  
510 さ上げに必要な高さなど、気候変動の適応策について具体的な議論を進めることができた。  
511 そうした議論を踏まえ、海岸保全施設の整備に関するさらなる重点化や構造上の工夫、  
512 優良技術の活用などに加え、堤内地で氾濫水を制御する対策や土地利用等も組み  
513 合わせた、総合的な海岸保全のあり方を提言する。

514

515 (1)高潮対策・津波対策

516 ○平均海面水位は徐々に上昇し、その影響は継続して作用し、高潮の外力にも津波の外  
517 力にも影響する。長期的に、平均海面水位は上昇し、元に戻ることがないと予測される  
518 ことから、ハード対策とソフト対策を組み合わせ、今後整備・更新していく海岸保全施設  
519 (堤防、護岸、離岸堤等)については、整備・更新時点における最新の朔望平均満潮位  
520 に、施設の耐用年数の間に将来的に予測される平均海面水位の上昇量を加味するべき  
521 である。

522 ○潮位偏差や波浪は、台風や低気圧が発生した場合に顕在化し、いつ極値が生起するか  
523 はわからない。また、現時点では、将来の潮位偏差や波浪の変動量の予測は平均海面  
524 水位の上昇量に比べて不確実性が高い。今後、研究成果の蓄積を踏まえ、最新の研究  
525 成果や d4PDF 等による分析を活用し、将来的に予測される潮位偏差や波浪を推算し対  
526 策を検討するべきである。

527 ○今後は気候変動を踏まえた高潮・津波に係る海岸保全及び他分野との連携について、  
528 下記のとおり具体的な対応を図るべきである。

529

530 (海岸保全対策)

531 ○地域の実情や背後地の土地利用や環境にも配慮しつつ、将来の外力変化の予測に応じ、  
532 堤防等のかさ上げや面的防護方式による整備の推進

533 ○将来の施設改良を考慮した、手戻りのない施設設計の工夫

534 ○河川における高潮対策や津波遡上対策との連携等堤内地で氾濫水を制御する対策

535 ○堤防の粘り強い構造や排水対策等の被害軽減策の促進

536 ○将来的な外力変化とライフサイクルコストをともに考慮した最適な更新及び戦略的な維  
537 持管理

538 ○超過外力に対するソフト対策の強化

539 ○海象や地形、海岸環境のモニタリングの強化及び海岸保全施設の健全度評価の強化  
540 <ハード対策>

541 ・堤防等のかさ上げ

542 ・粘り強い構造の堤防等の整備

543 ・被災リスクの高い箇所及び更新時期を踏まえた海岸保全施設の戦略的な整備・維  
544 持管理

- 545       ・ 養浜・侵食対策の実施
- 546       ・ 環境に配慮した海岸の整備やグリーンインフラ、Eco-DRR の実施
- 547       <ソフト対策>
- 548       ・ 海象や地形、海岸環境のモニタリングの強化
- 549       ・ 最新の予測技術に基づいた設計外力の定期的な見直し、データベースや手引き等
- 550       の作成、それらを継続的に実施する体制の構築
- 551       ・ モニタリングや海岸保全施設に関するデータベースの構築
- 552       ・ 超過外力が作用する場合の海岸保全施設への影響の把握
- 553       ・ 海岸保全施設の健全度評価と防護機能の把握
- 554       ・ ライフサイクルコストを考慮した最適な更新等の考え方の検討
- 555       ・ 海岸侵食対策にかかる新技術の開発等
- 556       ・ 環境に配慮した整備や新工法等に関する調査研究
- 557
- 558       (他分野との連携)
- 559       ○高潮浸水想定区域の指定促進等、リスク情報や避難判断に資する情報提供の強化
- 560       ○高潮と洪水が同時に発生することなども想定し、堤防等のハード整備の充実を目指す
- 561       とともに、水害リスクを考慮した土地利用やまちづくりと一体となった対策の推進
- 562       ○沿岸地域における様々な主体が自らの業務内容や活動の状況に応じた水害にも配慮し
- 563       た BCP の作成
- 564       <ハード対策>
- 565       ・ 関係機関と連携した排水機能の確保
- 566       ・ 高潮位時の逆流防止対策
- 567       ・ 総合土砂管理計画に基づく対策の実施
- 568       <ソフト対策>
- 569       ・ 市町村によるハザードマップ作成の支援
- 570       ・ 避難判断に資する情報の分析・提供
- 571       ・ 避難計画作成・訓練実施の促進(水門等の操作規則との整合確保を含む)
- 572       ・ 総合土砂管理計画の作成
- 573       ・ 防護ラインのセットバックや都市機能の移転・集約の機会等を捉えた土地利用の適
- 574       正化
- 575       ・ 水害 BCP の作成
- 576
- 577       (2)侵食対策
- 578       ○海浜地形の予測はさらに不確実性が大きいため、モニタリングを充実するとともに予測
- 579       モデルの信頼度を高めるべきである。
- 580       ○沿岸漂砂による長期的な地形変化に対しては、全国的な気候変動の影響予測を実施す
- 581       べきである。
- 582       ○高波時に問題となる岸沖漂砂による急激な侵食については、現時点では予測が難しい
- 583       と考えられるため、機動的なモニタリングを充実すべきである。

- 584 ○極端事象に伴う土砂収支の大規模な損失も想定されるため、海浜地形のモニタリングも  
585 継続して実施すべきである。
- 586 ○自然現象のみを扱う将来予測だけでなく、人口減少等の人為的影響も考慮できるよう、  
587 観測データを継続的に蓄積していくべきである。
- 588 ○30年～50年先を見据えた「予測を重視した順応的砂浜管理」を実施すべきである。その  
589 実施にあたっては、砂浜の防護機能だけでなく環境・利用上の砂浜の機能も評価すべき  
590 である。
- 591 ○気候変動による河川等からの土砂供給量の変化の予測や、それも踏まえた海岸の地形  
592 変化の予測から海岸への必要土砂量を算定すること、それらに基づく総合土砂管理計  
593 画を作成し、総合土砂管理計画に基づき、流砂系における効率的な土砂移動を含めた  
594 対策を実施することなど、流域との連携を強化すべきである。その際、河川管理者だけ  
595 でなく発電用ダムや農業用ダムの管理者等を含めた多様な主体と協力するとともに、平  
596 均的な土砂の流出量だけでなく、大雨等によって大量に発生した土砂を短期間のうちに  
597 海岸等で活用する方策についても計画しておくべきである。

600 6. 今後(5～10年)さらに検討すべき事項

- 601 ○海象や海岸地形等のモニタリングやその将来予測、さらに影響評価、適応といった、海  
602 岸保全における気候変動の予測・影響評価・適応サイクルを確立すべきである。
- 603 ○気候変動に関する将来予測に関する知見は、今後も変わりうるため、常に最新の知見を  
604 取り込みながら、継続的・定期的に対応方針を更新していく仕組みや体制を構築すべき  
605 である。
- 606 ○予測の検証及び適応策を実施するためには、モニタリングや予測手法等の技術開発が  
607 必要であり、防災・減災対策の強化や効率的な海岸保全に資する技術開発に取り組む  
608 べきである。
- 609 ○地域リスクが気候変動によってどのように変化するかについて、防護だけでなく、環境  
610 や利用の観点も含め、定量的かつわかりやすく地域に提供すべきである。
- 611 ○気候変動の影響は、海岸管理者の問題ではなく、社会全体の課題でもある。海岸管理  
612 者だけでなく、関連する施設管理者や都市計画部局、背後地の地域住民との連携が不  
613 可欠である。各海岸において、海岸保全と減災を考慮しつつ適応策を考え、取り組んで  
614 いく体制を構築すべきである。
- 615 ○気候変動への適応は、未来への投資でもあり、国土保全の観点も含め、海岸の価値を  
616 再認識する機会でもある。そのため、海岸の価値を評価する方法やそれを踏まえた優先  
617 順位の考え方の整理、さらに、海岸管理の専門的な人材の育成や担い手の確保、技術  
618 力の向上に努めるべきである。

621 7. おわりに

622 本委員会では、気候変動を踏まえた海岸保全のあり方について、最先端の研究成果を

623 レビューしながら検討を進めた。

624

625 気象庁気象研究所全球大気海洋研究部第四研究室長の山中吾郎氏から「気候変動に  
626 伴う海面上昇量に関する最近の議論<sup>12</sup>」について話題提供をいただいた。また、「波浪と高  
627 潮の将来変化予測<sup>27</sup>」について森信人委員から、「気候変動に伴う海面上昇による全国の  
628 砂浜消失将来予測と適応策<sup>28</sup>」について有働恵子委員から話題提供をいただいた。

629

630 また、d4PDF を活用して潮位偏差の将来変動の定量化に向けた試算を行った。その結  
631 果、将来予測の不確実性の取り扱い等、今後に向けた課題はあるものの、平均海面水位、  
632 潮位偏差、波浪の気候変動による変動量への対応方針を示すとともに、気候変動の影響  
633 による潮位偏差の変動量予測に d4PDF が適用できることを確認できた。

634

635 これらのことから、今後の海岸保全の考え方を転換する必要性を確認した。これまでの  
636 海岸保全は、過去に発生した現象の記録を重視するものであったが、今後は、科学的な将  
637 来予測も適切に取り込むべきである。

638

639 気候変動予測には不確実性があり、今後も様々な技術的な進展にあわせて、その確信  
640 度を少しずつ向上させていく必要がある。また、今後も研究を進めたとしても予測には一定  
641 量の不確実性が残ることは明らかであり、そのため、観測、監視、予測、評価、適応のサイ  
642 クルを確立し、海岸保全計画を定期的に見直していくことが求められる。

643

644 気候変動による影響に適応するため、速やかに海岸保全基本方針を見直し、それを踏  
645 まえて、海岸保全基本計画の見直しにおいて具体的な検討を進めることや海岸保全以外  
646 の取組とも連携を進めること、あわせて設計等についても詳細に検討を進めて技術基準や  
647 マニュアル等へ反映させていくことも必要である。

648

649 本委員会における議論を進めている中、新型コロナウイルス感染が拡大し、暮らし方や  
650 働き方にも大きな影響が広がったが、今後、日本は、人口減少・高齢化など社会構造の変  
651 化や産業構造の変化、デジタルトランスフォーメーション(DX)の進展などによって、社会の  
652 あり方そのものも大きく変化していく可能性もある。気候変動の影響は、そういった社会全  
653 体のうねりの中で確実に顕在化してくるものであることを覚悟しておかなければならない。

654

655 将来、気候変動により変化する地域のリスクを評価し、被害軽減対策の充実を図り、か  
656 つ、国土としての海岸空間を後世に引き継いでいくためには、これまでの経験を重視しつつ  
657 新たな科学的知見も活用し、社会全体で取り組んでいくことが必要である。

658

659 最後に、こうした取組を進めるためには、将来、気候変動による影響によって沿岸地域  
660 がどうなるかを科学的な予測に基づいて社会全体が共有することができ、海岸保全や沿岸  
661 地域全体における取組によって適応できていくことを社会全体で実感できることが重要であ

662 り、積極的に、わかりやすく情報発信していくことが求められる。

663

- <sup>1</sup> 気象庁「台風第21号による暴風・高潮等」  
<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/2018/20180911/20180911.html>
- <sup>2</sup> 気象庁「令和元年東日本台風(台風第19号)による大雨、暴風等」  
<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/2019/20191012/20191012.html>
- <sup>3</sup> 気象庁「IPCC 第5次評価報告書」<https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ipcc/ar5/index.html>
- <sup>4</sup> 国土交通省「沿岸部(海岸)における気候変動の影響及び適応の方向性」の公表について  
[https://www.mlit.go.jp/report/press/port07\\_hh\\_000070.html](https://www.mlit.go.jp/report/press/port07_hh_000070.html)
- <sup>5</sup> 公益社団法人日本河川協会「国土交通省河川砂防技術基準 同解説 計画編(平成17年11月)」
- <sup>6</sup> 気象庁「海洋の健康診断表」  
<https://www.data.jma.go.jp/kaiyou/shindan/>
- <sup>7</sup> 環境省「気候変動に関する政府間パネル(IPCC)「海洋・雪氷圏特別報告書」の公表(第51回総会の結果)について」  
<https://www.env.go.jp/press/107242.html>
- <sup>8</sup> 気象庁「日本沿岸の海面水位の長期変化傾向」  
[https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/shindan/a\\_1/sl\\_trend/sl\\_trend.html](https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/shindan/a_1/sl_trend/sl_trend.html)
- <sup>9</sup> Yasuda, T. and K. Sakurai, 2006: Interdecadal variability of the sea surface height around Japan, *Geophys. Res. Lett.*, 33, L01605, doi:10.1029/2005GL024920.
- <sup>10</sup> Sasaki, Y. N., S. Minobe and Y. Miura, 2014: Decadal sea-level variability along the coast of Japan in response to ocean circulation changes, *J. Geophys. Res. Oceans*, 119, doi:10.1002/2013JC009327.
- <sup>11</sup> 国土交通省「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会」第4回、資料2  
[https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai\\_blog/hozen/dai04kai/pdf/doc2.pdf](https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/hozen/dai04kai/pdf/doc2.pdf)
- <sup>12</sup> 国土交通省「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会」第2回、資料2  
[https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai\\_blog/hozen/dai02kai/pdf/doc2.pdf](https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/hozen/dai02kai/pdf/doc2.pdf)
- <sup>13</sup> 環境省・文部科学省・農林水産省・国土交通省・気象庁「気候変動の観測・予測・影響評価統合レポート2018～日本の気候変動とその影響～」  
<https://www.env.go.jp/press/105129.html>
- <sup>14</sup> 森信人・志村智也(2019): 気候変動による日本周辺の波候スペクトルの将来変化予測, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol.75, pp.1177-1182.  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/kaigan/75/2/75\\_1177/\\_article/-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/article/kaigan/75/2/75_1177/_article/-char/ja/)
- <sup>15</sup> 田中茂信・小荒井衛・深沢満(1993): 地形図の比較による全国の海岸線変化, 海岸工学論文集, 40巻
- <sup>16</sup> Udo, K. and Y. Takeda (2017): Projections of future beach loss in Japan due to sea-level rise and uncertainties in projected beach loss, *Coastal Engineering Journal*, 59, 1740006.
- <sup>17</sup> 森信人・福井信気・志村智也(2020): 気候変動を考慮した我が国の三大湾の高潮最大潮位偏差についての研究レビュー, 土木学会論文集B2, Vol.76, No.1
- <sup>18</sup> 河合弘泰(2010): 高潮数値計算技術の高精度化と気候変動に備えた防災への適用, 港湾空港技術研究所資料 No.1210
- <sup>19</sup> 森信人・志村智也・吉田康平・水田亮・岡田靖子・Khujanazarov TEMUR・石井正好・木本昌秀・高藪出・中北 英一(2016): 全球60kmAGCMを用いた大規模アンサンブル気候予測実験とこれを用いた高潮長期評価, 土木学会論文集B2, Vol.72, No.2
- <sup>20</sup> 京都大学防災研究所「気候変動予測・影響評価に関するデータ」(文部科学省統合的気候モデル高度化研究プログラム)  
[http://www.coast.dpri.kyoto-u.ac.jp/japanese/?page\\_id=5004](http://www.coast.dpri.kyoto-u.ac.jp/japanese/?page_id=5004)
- <sup>21</sup> 気象庁「RSMC Best Track Data (Text)」  
<https://www.jma.go.jp/jma/jma-eng/jma-center/rsmc-hp-pub-eg/besttrack.html>
- <sup>22</sup> 全国農地海岸保全協会・公益社団法人全国漁港漁場協会・一般社団法人全国海岸協会・公益社団法人日本港湾協会「海岸保全施設の技術上の基準・同解説(平成30年8月)」
- <sup>23</sup> 国土地理院「地球地図日本」  
[https://www.gsi.go.jp/kankyochiri/gm\\_jpn.html](https://www.gsi.go.jp/kankyochiri/gm_jpn.html)
- <sup>24</sup> 九州大学「爆弾低気圧情報データベース」

---

[http://fujin.geo.kyushu-u.ac.jp/meteorol\\_bomb/](http://fujin.geo.kyushu-u.ac.jp/meteorol_bomb/)

<sup>25</sup> 九州大学「メガストーム情報データベース」

<http://fujin.geo.kyushu-u.ac.jp/>

<sup>26</sup> 農林水産省農村振興局・水産庁、国土交通省河川局・港湾局「海岸事業の費用便益分析指針(改訂版)(平成16年6月)」

<sup>27</sup> 国土交通省「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会」第3回、資料5

[https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai\\_blog/hozen/dai03kai/pdf/doc5.pdf](https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/hozen/dai03kai/pdf/doc5.pdf)

<sup>28</sup> 国土交通省「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会」第3回、資料6

[https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai\\_blog/hozen/dai03kai/pdf/doc6.pdf](https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/hozen/dai03kai/pdf/doc6.pdf)