

気候変動の影響について

令和元年11月22日

IPCC第5次評価報告書の概要

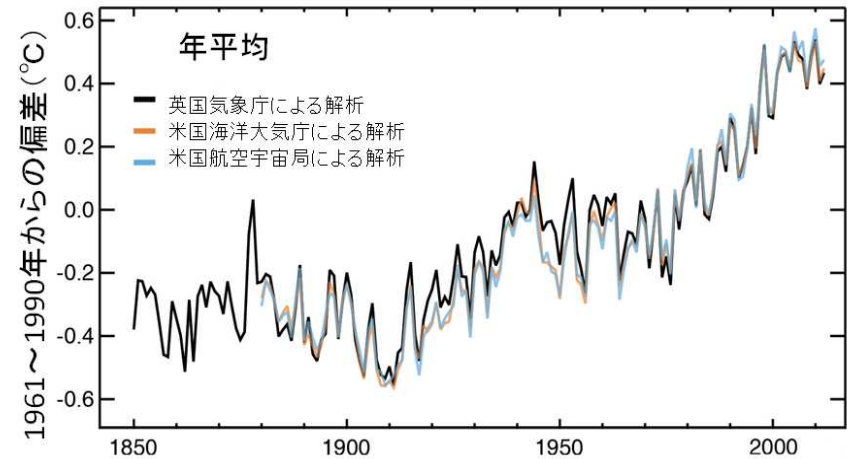
【観測事実と温暖化の要因】

- ◆ 気候システムの温暖化については疑う余地がない。
- ◆ 人間活動が20世紀半ば以降に観測された温暖化の主な要因であった可能性が極めて高く、温暖化に最も大きく効いているのは二酸化炭素濃度の増加。
- ◆ 最近15年間、気温の上昇率はそれまでと比べ小さいが、海洋内部(700m以深)への熱の取り込みは続いており、地球温暖化は継続している。

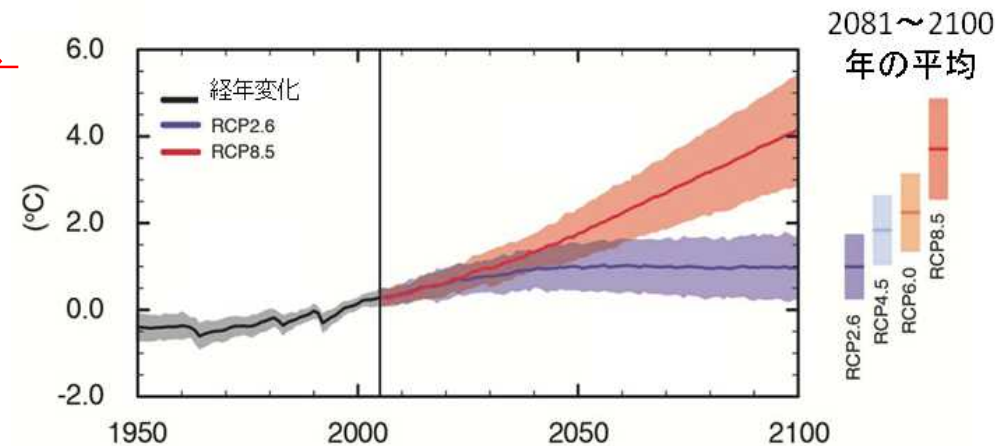
【予測結果】

- ◆ 21世紀末までに、世界平均気温が0.3~4.8°C上昇、世界平均海面水位は0.26~0.82m上昇する可能性が高い(4種類のRCPシナリオによる予測)。
- ◆ 21世紀末までに、ほとんどの地域で極端な高温が増加することがほぼ確実。
また、中緯度の陸域のほとんどで極端な降水がより強く、より頻繁となる可能性が非常に高い。
- ◆ 排出された二酸化炭素の一部は海洋に吸収され、海洋酸性化が進行。

世界の地上気温の経年変化



1950~2100年の世界平均地上気温の経年変化(1986~2005年の平均との比較)



顕在化している気候変動の影響と今後の予測(外力の増大)

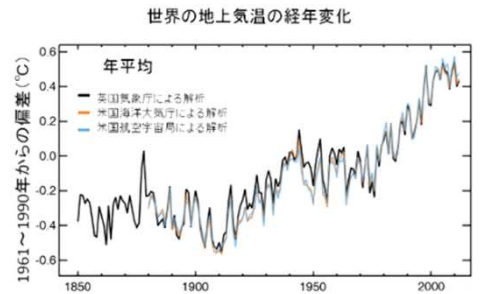
- 気候変動に関する政府間パネル(IPCC)の第5次評価報告書によると、気候システムの温暖化については疑う余地がなく、21世紀末までに、世界平均気温が更に0.3~4.8°C上昇するとされている。
- また、気象庁によると、このまま温室効果ガスの排出が続いた場合、短時間強雨の発生件数が現在の2倍以上に増加する可能性があるとしている。
- さらに、今後、**降雨強度の更なる増加**と、**降雨パターンの変化**が見込まれている。

既に発生していること

今後、予測されること

気温

- ◆ 世界の平均地上気温は1850~1900年と2003~2012年を比較して0.78°C上昇



出典:気候変動に関する政府間パネル(IPCC):第5次評価報告書、2013

- ◆ 気候システムの**温暖化**については疑う余地がない
- ◆ 21世紀末までに、世界平均気温が**更に0.3~4.8°C**上昇

降雨

- ◆ 短時間強雨の発生件数が約30年前の約1.4倍に増加
- ◆ 2012年以降、全国の約3割の地点で、1時間当たりの降雨量が観測史上最大を更新



出典:気象庁:地球温暖化予測情報 第9巻、2017

- ◆ 1時間降雨量50mm以上の発生回数が**2倍以上に増加**

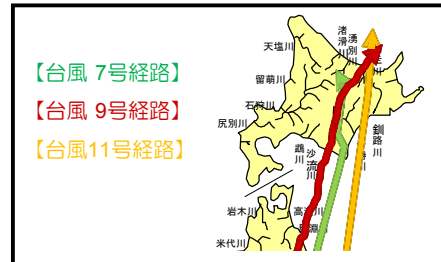
顕在化している気候変動の影響と今後の予測(現象の変化)

既に発生していること

今後、予測されること

台風

- ◆ 平成28年8月に、統計開始以来初めて、北海道へ3つの台風が上陸
- ◆ 平成25年11月に、中心気圧895hPa、最大瞬間風速90m/sのスーパー台風により、フィリピンで甚大な被害が発生



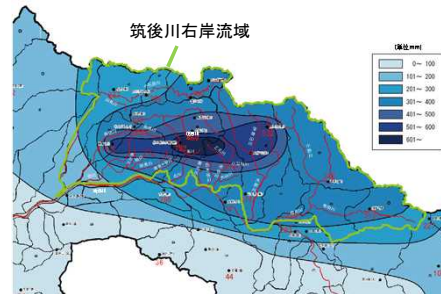
平成28年8月北海道に上陸した台風の経路

- ◆ 日本の南海上において、**猛烈な台風の出現頻度が増加**※
- ◆ 台風の通過経路が**北上**する

※出典：気象庁気象研究所：記者発表資料「地球温暖化で猛烈な熱帯低気圧(台風)の頻度が日本の南海上で高まる」、2017

局所豪雨

- ◆ 時間雨量50mmを超える短時間強雨の発生件数が約30年前の約1.4倍に増加
- ◆ 平成29年7月九州北部豪雨では、朝倉市から日田市北部において観測史上最大の雨量を記録



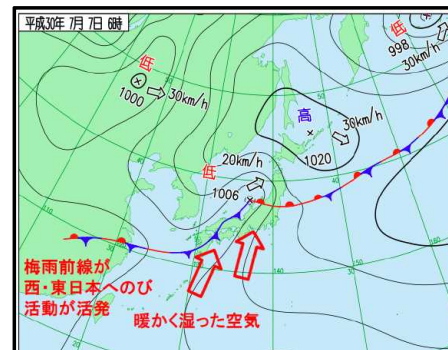
平成29年7月筑後川右岸流域における12時間最大雨量

- ◆ 短時間豪雨の**発生回数と降水量がともに増加**

出典：第2回 気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会

前線

- ◆ 平成30年7月豪雨では、梅雨前線が停滞し、西日本を中心に全国的に広い範囲で記録的な大雨が発生
- ◆ 特に長時間の降水量について多くの観測地点で観測史上1位を更新



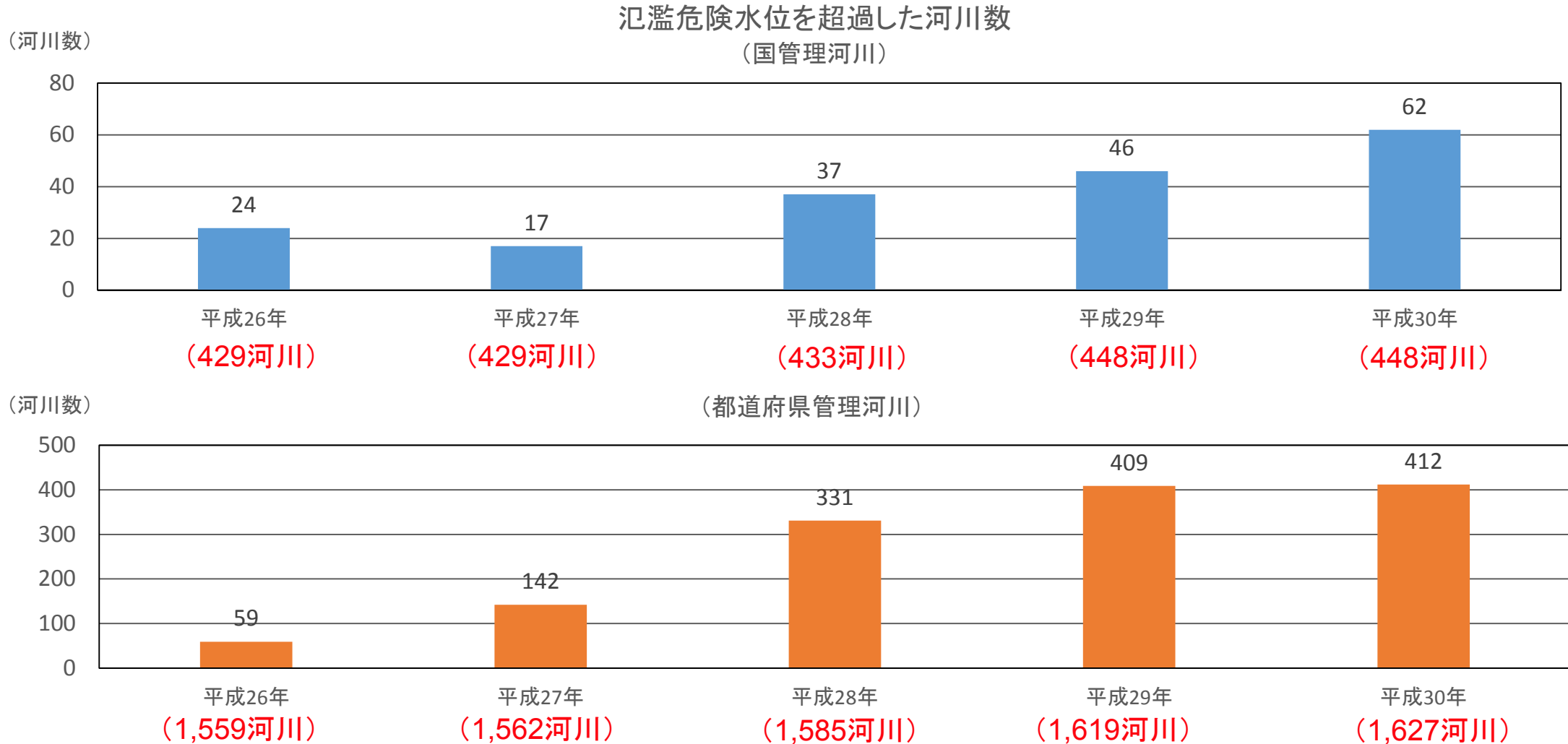
平成30年7月豪雨で発生した前線

- ◆ 停滞する大気のパターンは、増加する兆候は見られない
- ◆ 流入水蒸気量の増加により、**総降雨量が増加**

出典：第2回 異常豪雨の頻発化に備えたダムの洪水調節機能に関する検討会、第2回 実行性のある避難を確保するための土砂災害対策検討委員会、中北委員資料

気候変動等による災害の激化（氾濫危険水位を超過河川の発生状況）

- 気候変動等による豪雨の増加により、相対的に安全度が低下しているおそれがある。
- ダムや遊水地、河道掘削等により、河川水位を低下させる対策を計画的に実施しているものの、氾濫危険水位（河川が氾濫する恐れのある水位）を超過した河川数は、増加傾向となっている。



※対象は、洪水予報河川及び水位周知河川であり、()内は各年の指定済み河川数である。
※国土交通省において被害状況等のとりまとめを行った災害での河川数を計上している。

「気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会」の概要

水災害分野の気候変動適応策としては、特に施設能力を上回る外力に対してできる限り被害を軽減するためのソフト対策を充実させてきたところ。今後は、ハード対策も含めて検討が進められるよう「気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会」を設置し、技術的な検討を推進

【第1回 H30/4/12、第2回 H30/5/11、第3回 H31/2/28、第4回 R1/5/31、第5回 R1/7/31】

<背景>

- IPCC第5次報告書において、気候システムの温暖化には疑う余地がなく、21世紀末までにほとんどの地域で極端な降水がより強く、より頻繁となる可能性が非常に高いことなどが予測。
- 平成27年関東・東北豪雨や平成28年北海道・東北地方を襲った一連の台風、平成29年7月九州北部豪雨など、近年、水災害が頻発。
- 平成30年6月に気候変動適応法が成立。

<メンバー>

※敬称略 五十音順

座長	小池 俊雄	(国研)土木研究所水災害・リスクマネジメント国際センター長
	天野 邦彦	国土技術政策総合研究所 研究総務官
委員	池内 幸司	東京大学大学院工学系研究科 教授
	大原 美保	(国研)土木研究所水災害・リスクマネジメント国際センター 水災害研究グループ主任研究員
	小林 潔司	京都大学経営管理大学院 教授
	清水 康行	北海道大学大学院工学研究院 教授
	清水 義彦	群馬大学大学院理工学府 教授
	高藪 出	気象研究所 研究総務官
	戸田 祐嗣	名古屋大学大学院工学研究科 教授
	中北 英一	京都大学防災研究所 副所長・教授
	平林 由希子	芝浦工業大学工学部土木工学科 教授
	矢野 真一郎	九州大学工学研究院 教授
	山田 朋人	北海道大学大学院工学研究科 准教授

<論点>

(基本的な考え方)

- 治水計画の策定にあたっては、計画の目標年度において目標安全度が確保出来るよう気候変動を踏まえた将来の降雨強度を考慮すべきではないか。

(整備手順の見直し)

- 気候変動による影響の予測が必ずしも確実では無い中、現時点で一律で治水計画の目標流量を見直すことは困難であるが、気候変動により、将来の降雨強度の増加率が様々に変化した場合にも手戻りのないよう予め治水計画の整備メニューや整備手順を見直すべきではないか。その際、施設能力を超える外力に対する減災効果も考慮して対策を選定するべきではないか。

(計画規模の見直し)

- 将来の降雨強度の増加分も含めて一括して整備が可能であり、一括して整備する方が効率的な場合には、将来の気温上昇を2℃以下に抑えるというパリ協定の目標を基に開発されたシナリオ(RCP2.6)に基づく外力の増加を見込んだ治水計画にするべきではないか。

気候変動に伴う降雨量や洪水発生頻度の変化

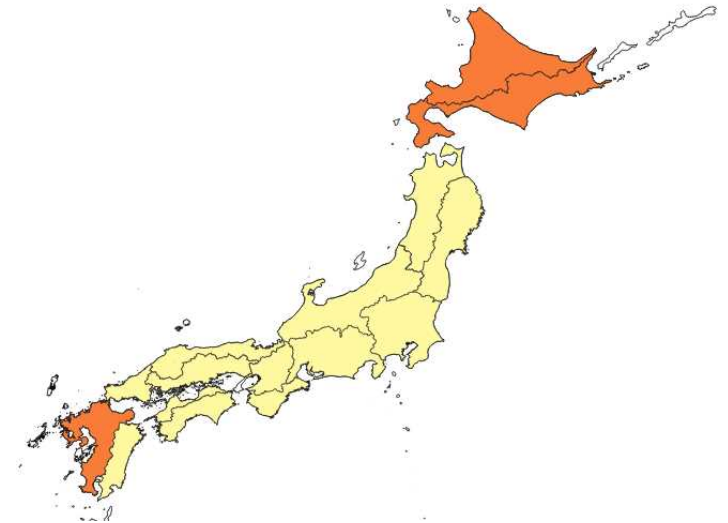
○2℃上昇した場合の降雨量変化倍率は、3地域で1.15倍、その他12地域で1.1倍、4℃上昇した場合の降雨量変化倍率は3地域で1.4倍、その他12地域で1.2倍と試算。

○4℃上昇時には小流域・短時間降雨で影響が大きいため、別途降雨量変化倍率を設定する。

<地域区分毎の降雨量変化倍率>

地域区分	2℃上昇 (暫定値)	4℃上昇	
			短時間
北海道北部、北海道南部、九州北西部	1.15	1.4	1.5
その他12地域	1.1	1.2	1.3
全国平均	1.1	1.3	1.4

※ 4℃上昇の降雨量変化倍率のうち、短時間とは、降雨継続時間が3時間以上12時間未満のこと



<参考> 降雨量変化倍率をもとに算出した、流量変化倍率と洪水発生頻度の変化

気候変動シナリオ	降雨量	流量	洪水発生頻度
RCP2.6(2℃上昇相当)	約1.1倍	約1.2倍	約2倍
RCP8.5(4℃上昇相当)	(約1.3倍)	(約1.4倍)	(約4倍)

※ 降雨量変化倍率は、20世紀末(過去実験)に対する21世紀末(将来実験)時点の、一級水系の治水計画の目標とする規模(1/100~1/200)の降雨量の変化倍率の平均値

※ RCP8.5(4℃上昇相当)時の降雨量変化倍率は、産業革命以前に比べて全球平均温度が4℃上昇した世界をシミュレーションしたd4PDFデータを活用して試算

※ 流量変化倍率は、降雨量変化倍率を乗じた降雨より算出した、一級水系の治水計画の目標とする規模(1/100~1/200)の流量の変化倍率の平均値

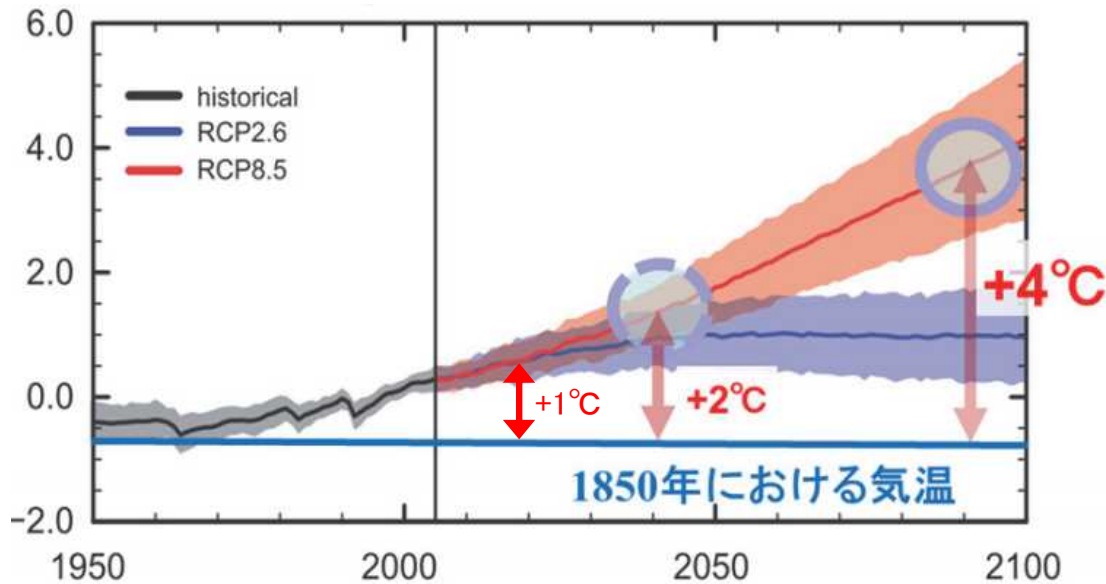
※ 洪水発生頻度の変化倍率は、一級水系の治水計画の目標とする規模(1/100~1/200)の降雨の、現在と将来の発生頻度の変化倍率の平均値
(例えば、ある降雨量の発生頻度が現在は1/100として、将来ではその発生頻度が1/50となる場合は、洪水発生頻度の変化倍率は2倍となる)

気候変動による影響の顕在化

- RCPシナリオでは、21世紀末頃には産業革命以前と比べて2°C及び4°C程度気温が上昇する予測となっているが、2040~2050年頃には、いずれのシナリオでも2°C程度上昇すると予測。
- 産業革命以前と比べると、すでに1°C程度気温が上昇しており、豪雨による水災害の激甚化・頻発化は既に顕在化。気候変動へ適応する取り組みは将来の課題ではなく、速やかに着手することが必要。

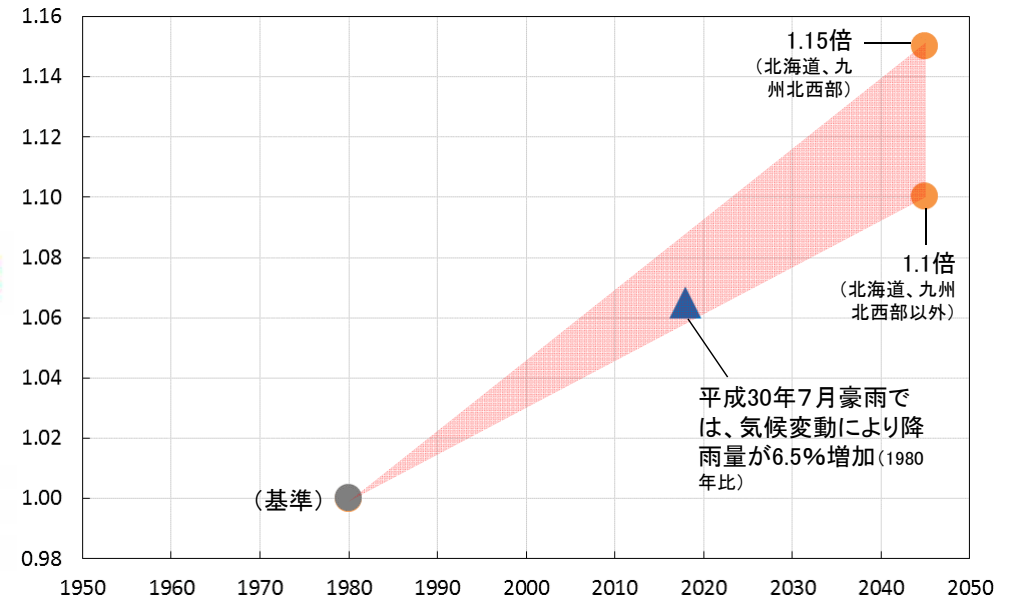
【IPCCによる将来の気温上昇】

- ・いずれのシナリオでも、2040~2050年頃には産業革命以前と比べて気温は2°C程度上昇
- ・既に、気温は1°C程度上昇



【2°C上昇時の降雨量の変化】

- ・1980年頃と比較して、降雨量は7%程度増加と試算
- ・平成30年7月豪雨は、1980年以降の気温上昇を除いて再現実験すると、6.5%降雨量が増加



「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会」の概要

国土交通省は農林水産省と共同で、「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会」を設置し、海岸における気候変動適応策の具体化に向けた検討を推進。

<背景>

- 昭和34年9月に東海地方を中心に甚大な高潮災害をもたらした伊勢湾台風から60年が経過。
- 気候変動に関する政府間パネル(IPCC)第5次報告書において、気候システムの温暖化には疑う余地がなく、海面水位は上昇しており、また、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を続ける可能性が高いことなどが予測。
- 平成30年6月に気候変動適応法が成立。
- 平成30年9月、台風第21号に伴い大阪湾で既往最高の潮位を記録する高潮によって浸水被害が発生するなど、海岸における災害のリスクが顕在化。

<メンバー>

※敬称略 五十音順

座長	佐藤 慎司	高知工科大学システム工学群 教授
委員	有働 恵子	東北大学災害科学国際研究所災害リスク研究部門 准教授
	岡安 章夫	東京海洋大学海洋資源エネルギー学部門 教授
	加藤 孝明	東京大学生産技術研究所 教授
	河合 弘泰	国立研究開発法人港湾空港技術研究所 海洋情報・津波研究領域長
	高薮 出	気象庁気象研究所 研究総務官
	田島 芳満	東京大学大学院工学系研究科 教授
	戸田 祐嗣	名古屋大学大学院工学研究科土木工学専攻 教授
	富田 孝史	名古屋大学大学院環境学研究科都市環境学専攻 教授
	中北 英一	京都大学防災研究所気象・水象災害研究部門 教授
	森 信人	京都大学防災研究所沿岸災害研究分野 教授
	八木 宏	防衛大学校システム工学群建設環境工学科 教授
	吉永 育生	国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究部門 沿岸域水理 ユニット長

<論 点>

(気候変動予測)

- 気候変動の影響として、平均海面水位の上昇、潮位偏差の増大、波浪の強大化等の外力の増大量の予測について検討していく必要がある。

(海岸保全の目標設定)

- 予測の不確実性を極力排除しつつ、既に顕在化している外力も踏まえ、設計外力を見直すべきではないか。

(海岸保全のあり方)

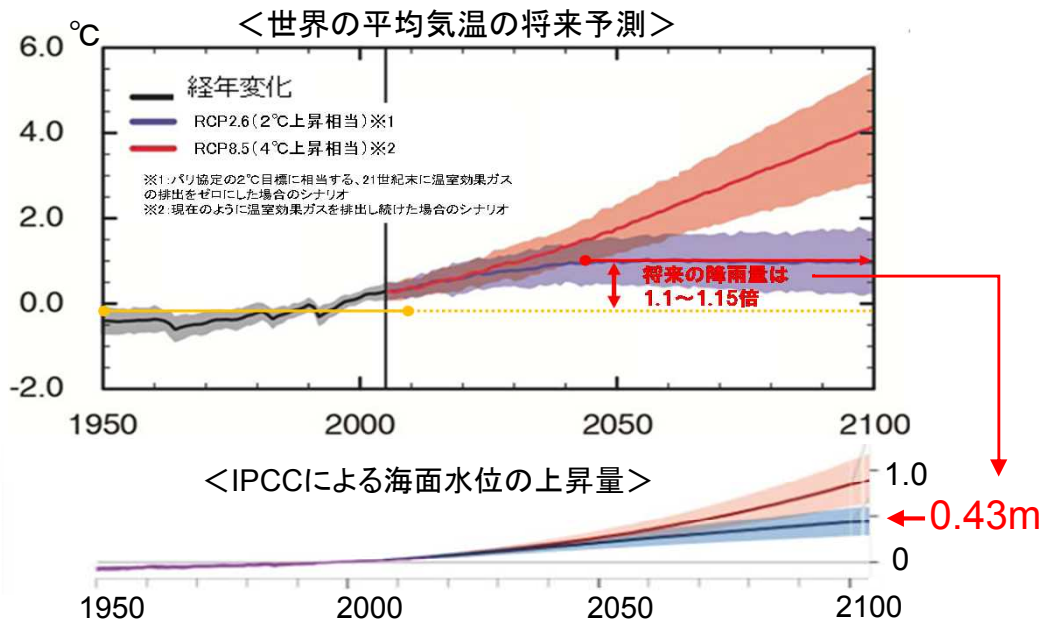
- 将来の気温上昇を2℃以下に抑えるというパリ協定の目標を基に開発されたシナリオ(RCP2.6)等に基づく外力の増加を見込んだ海岸保全に転換すべきではないか。

気候変動を踏まえた海岸保全への転換

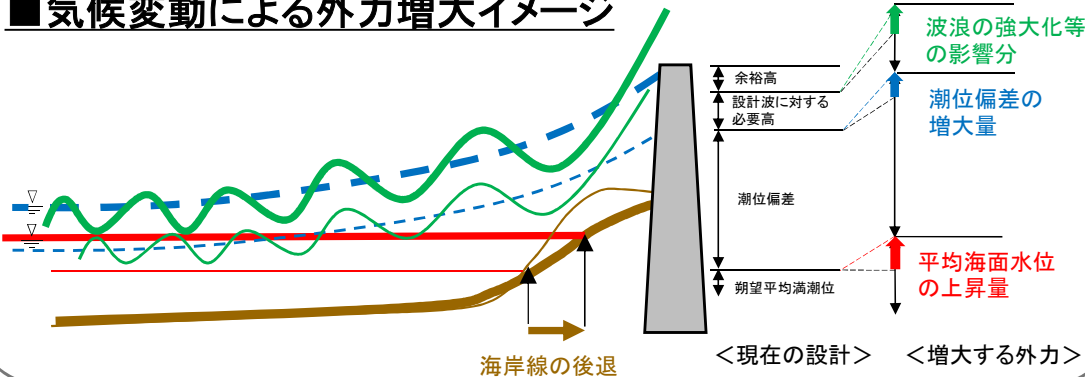
○ 気候変動に伴う平均海面の水位上昇や台風の強大化等による沿岸地域への影響及び今後の海岸保全のあり方や海岸保全の前提となる外力の考え方、気候変動を踏まえた整備手法について検討を行い、気候変動適応策を具体化する。

■IPCC 海洋・雪氷圏特別報告書(SROCC) (令和元年9月)

1986~2005年に対する2100年までの平均海面水位の上昇範囲は、RCP2.6では0.29-0.59mと予測。



■気候変動による外力増大イメージ



ハード対策

面的防護

- ・砂浜保全
- ・沖合施設

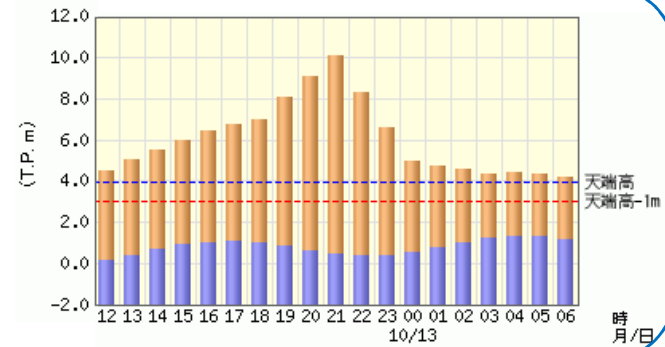
線的防護

- ・越流防止
- ・越波抑制



ソフト対策

- ・高潮の予測技術の高度化
- ・浸水予測
- ・タイムライン 等



ハード・ソフトを組み合わせた地域づくり

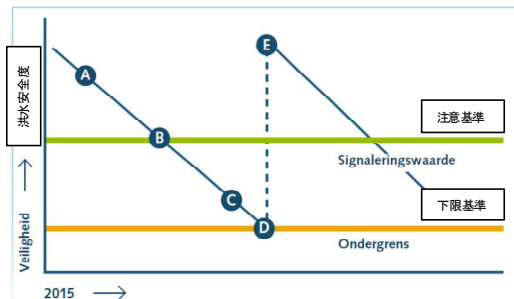
- ・浸水想定区域の指定
- ・リスクに応じた土地利用規制 等



諸外国で進む気候変動適応策

オランダ

- 2017年より「費用便益分析」と「人命リスク(個人リスク及び社会的なリスク)」を考慮し、「**個人リスク**」が2050年までに年当たり1/100,000以下となるよう、**洪水発生確率に基づく洪水防御基準を堤防セグメント毎に設定。**
- 河川流量についてはRCP8.5相当のシナリオを包含した独自のシナリオを用いて将来の外力増加分を考慮し評価。**
- 堤防等施設の改築の困難さ・供用年数に応じた気候シナリオを選択。
(原則として2050年時点2度上昇シナリオだが、改築が容易なら同1度上昇シナリオでも可)
- 12年ごとに安全度を評価し法定水準を下回るまでに堤防かさ上げ等を実施。**



洪水安全度の経年変化と順応的適応方法の概念図

- A. 気候変動や老朽化、地盤沈下による洪水安全度の低下
- B. 注意基準到達により堤防かさ上げ等の対策検討
- C. 堤防かさ上げ等開始 D. 下限基準 E. 堤防かさ上げ等直後の洪水安全度

ドイツ

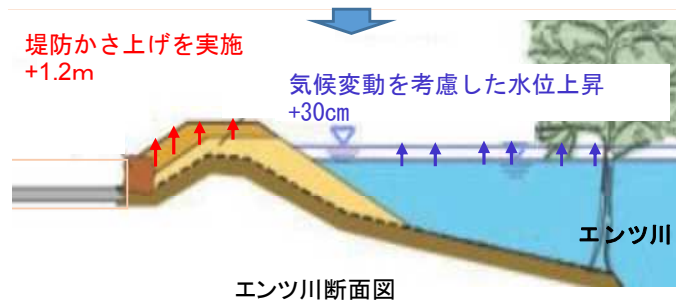
- バーデン=ビュルテンベルク州において、将来の流量の増加率としてA1Bシナリオを用いて算出した**地域毎の気候変動係数を乗じた流量をもとに、堤防の整備が行われている。**
- また、バイエルン州において、**気候変動の影響として、一律15%割り増した流量をもとに、堤防の整備が計画されている。**

<バーデン=ビュルテンベルク州の取組>

バーデン=ビュルテンベルク州における気候変動係数

T [確率年]	気候変動係数 F_{TK}				
	1	2	3	4	5
2	1.25	1.50	1.75	1.50	1.75
5	1.24	1.45	1.65	1.45	1.67
10	1.23	1.40	1.55	1.43	1.60
20	1.21	1.33	1.42	1.40	1.50
50	1.18	1.23	1.25	1.31	1.35
100	1.15	1.15	1.15	1.25	1.25
200	1.12	1.08	1.07	1.18	1.15
500	1.06	1.03	1.00	1.08	1.05
1000	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

注：1000年より大きな再現確率では係数は常に1.00



イギリス

- 気候変動法において、政府による気候変動リスクの公表、気候変動リスク評価の実施等が義務付けられており、環境庁は、**将来の流量の増加率としてA1Bシナリオ等を用いて気候変動係数を算出するなど地方政府を支援している。**
- 将来の流量の増加率については、**流域毎に近未来、中期、長期の予測を算出。**

洪水流量に対する河川流域毎の気候変動係数

	2020年代の変化率			2050年代の変化率			2080年代の変化率		
	中間	中間上位	上限	中間	中間上位	上限	中間	中間上位	上限
Northumbria	10%	15%	20%	15%	20%	30%	20%	25%	50%
Humber	10%	15%	20%	15%	20%	30%	20%	30%	50%
Anglian	10%	15%	25%	15%	20%	35%	25%	35%	65%
Thames	10%	15%	25%	15%	25%	35%	25%	35%	70%
SE England	10%	15%	25%	20%	30%	50%	35%	45%	105%
SW England	10%	15%	25%	20%	30%	40%	30%	40%	85%
Severn	10%	15%	20%	20%	25%	40%	25%	35%	70%
Dee	10%	15%	20%	15%	20%	30%	20%	25%	45%
NW England	15%	20%	20%	20%	25%	35%	30%	35%	70%
Solway	10%	15%	20%	20%	25%	30%	25%	30%	60%
Tweed	10%	15%	20%	15%	20%	25%	20%	25%	45%