

目次

気候変動適応研究本部における研究実施者 および 本報告書執筆者 一覧.....	1
第 I 部 研究の概要..... (気候変動適応研究本部事務局) ...	3
1. 研究の背景・目的.....	4
1. 1 本研究の着手に至る背景.....	4
1. 2 研究の目的.....	5
1. 3 研究期間前後の主な動き.....	6
2. 研究の全体構成.....	7
3. 研究の体制.....	13
4. 研究の主要な成果 (概要).....	14
5. 成果の活用.....	17
6. プロジェクト研究としての達成度評価.....	17
<謝辞>.....	20
第 II 部 河川・海岸の整備と管理に関わる気候変動影響の評価.....	23
1. 国内外における気候変動予測の現状..... (水循環研究室) ...	24
1. 1 気候モデル.....	24
1. 1. 1 大気海洋結合モデル.....	24
1. 1. 2 大気モデル.....	24
1. 1. 3 地域気候モデル.....	24
1. 2 国内の気候モデル.....	25
1. 3 海外の気候モデル: C M I P から.....	27
1. 4 気候変動予測計算の特徴.....	28
1. 4. 1 降水量、気温の予測計算.....	28
1. 4. 2 計算解像度.....	31
1. 5 気候変動予測計算の動向.....	33
1. 5. 1 将来予測シナリオ～S R E S シナリオからR C P シナリオ～.....	33
1. 5. 2 R C P シナリオによる気候変動予測計算.....	35
2. 治水施策の視点から見た気候変動影響—気候変動予測結果の翻訳と人口の長期的変化の考慮 (河川研究室) ...	37
2. 1 気候変動が治水施策に与える影響の水系ごとの評価.....	37
2. 1. 1 はじめに～気候変動予測結果の翻訳にあたって～.....	37
2. 1. 2 評価方法.....	38
(1) 評価指標の設定.....	38
(2) 評価指標の算出方法.....	43

2. 1. 3	算出した評価指標の分析.....	45
2. 1. 4	河川整備労力変化・氾濫可能性変化の伝播率に着目した 109 水系の類型化....	46
2. 1. 5	まとめ.....	48
2. 2	人口分布の将来長期変化シナリオを考慮した浸水被害評価の試算.....	49
2. 2. 1	背景.....	49
2. 2. 2	人口分布の近未来変化シナリオの設定.....	49
(1)	人口分布シナリオ設定の基本的な考え方.....	49
(2)	人口分布シナリオ設定の流れ.....	50
(3)	人口分布の設定結果.....	54
2. 2. 3	人口変化シナリオを考慮した人的被害推計.....	59
(1)	降雨外力の設定.....	59
(2)	人的被害の算定手法.....	59
(3)	人的被害の試算結果.....	60
3.	都市雨水排水対策の視点から見た気候変動影響..... (下水道研究室) ...	62
3. 1	豪雨の増加傾向の推定と降雨シナリオの設定 ～都市域雨水排水(下水道)計画の立場から～.....	62
3. 2	浸水シミュレーションによる影響評価結果.....	65
4.	沿岸に作用する外力に見込まれる気候変動影響..... (海岸研究室) ...	67
4. 1	沿岸環境(海面水位、波浪)の変化の実態.....	67
4. 1. 1	はじめに.....	67
4. 1. 2	潮位観測施設の観測データの補正と海面変動の状況.....	69
(1)	潮位観測施設の設置期間と解析施設の選定.....	69
(2)	潮位観測施設の地盤変化の把握.....	70
(3)	潮位観測施設の海面水位変化の解析方法.....	72
(4)	潮位観測施設の海面水位変化の解析結果.....	74
4. 1. 3	衛星海面高度計による海面変動の把握.....	75
4. 1. 4	海象観測所データの解析による沿岸波浪の変化.....	80
4. 1. 5	まとめ.....	83
4. 2	高潮外力の変化予測.....	84
4. 2. 1	はじめに.....	84
4. 2. 2	得られた高潮偏差データセットの妥当性の検討.....	85
4. 2. 3	高潮偏差の階級別頻度の変化.....	87
4. 2. 4	極値解析を用いた高潮偏差の変化.....	90
4. 2. 5	まとめ.....	91
5.	水資源計画・管理の視点から見た気候変動影響..... (水循環研究室) ...	93
5. 1	はじめに.....	93
5. 2	対象ダム・流域と検討手順.....	94
5. 3	流出計算モデルおよび利水計算モデルの構築・検証.....	95
5. 3. 1	流出計算で使用するモデル.....	95

5. 3. 2	Aダム流域	95
(1)	流出計算	95
(2)	利水計算	96
5. 3. 3	Eダムに関する検証	97
(1)	流出計算の検証	97
(2)	利水計算	98
5. 4	将来予測計算	99
5. 4. 1	使用した気象庁・環境省データ	99
5. 4. 2	Aダム流域	100
(1)	降水量の変化傾向	100
(2)	流出量の変化傾向	101
(3)	貯水位の変化傾向	102
5. 4. 3	Eダム流域	104
(1)	降水量の変化傾向	104
(2)	流出量の変化傾向	105
(3)	貯水位の変化傾向	106
5. 5	考察	108
5. 5. 1	2ダムにおける検討結果のまとめ	108
5. 5. 2	気候変動が渇水に与える影響を簡易的に評価するための指標	108
5. 6	まとめ	108
6.	河川環境の視点から見た気候変動影響 (河川環境研究室)	110
6. 1	本研究で採用しているアプローチ	110
6. 2	流量・水質の変動特性	111
(1)	我が国の河川流量及び水温の特徴	111
(2)	全国の河川における流量・水質の経年変化の実態調査	114
6. 3	流量・水温の変化が水生生態系に与える影響に関する検討	117
(1)	既往の知見の整理	117
(2)	河川水辺の国勢調査結果を利用した魚類出現特性による全国一級水系の類型化及び分析	122
(3)	河川水辺の国勢調査結果を利用した魚類及び底生動物の水温・水質への依存性評価	129
6. 4	気候変動が水生生態系に与えられられる影響	134
(1)	既往の知見の活用	134
(2)	水温上昇に対する簡易影響評価の試み	135
(3)	今後の検討に向けて	137
7.	まとめと今後の課題 (第Ⅱ部) (気候変動適応研究本部事務局)	141
7. 1	主要な成果のまとめ	141
7. 2	今後の課題と取り組みの方向性	143

第Ⅲ部 気候変動影響に対する適応策に関する研究.....	147
Ⅲ-1 海外における適応策のレビュー..... (気候変動適応研究本部事務局) ...	147
1. 既往調査の経緯.....	148
2. 英国の気候変動適応策の事例.....	152
2. 1 背景.....	152
2. 2 TE2100のテムズ・バリアの外力設定.....	153
(1) TE2100プロジェクト.....	153
(2) テムズ・バリア.....	154
2. 3 英国の洪水危険地図.....	155
2. 4 英国における土地の開発規制に係る洪水リスクの考慮手法.....	155
(1) 英国の土地の開発の許認可における洪水リスク考慮手法.....	155
(2) 洪水区域の定義.....	156
(3) 逐次テスト (The Sequential Test)	157
(4) 例外テスト (The Exception Test)	157
3. オランダの気候変動適応策の事例.....	159
3. 1 背景.....	159
3. 2 オランダの洪水危険地図.....	159
3. 3 気候変動シナリオ.....	159
3. 4 デルタ・プログラム.....	160
3. 5 マースプロジェクト.....	160
3. 6 Room for the River.....	161
4. 米国の気候変動適応策の事例.....	162
4. 1 背景.....	162
4. 2 連邦政府の最新動向.....	162
(1) 大統領気候行動計画 (President' s Climate Action Plan)	162
(2) 各機関の責任者による気候変動への準備及びレジリエンス強化のためのタスク フォースの設置 (State, Local, and Tribal Leaders Task Force on Climate Preparedness and Resilience)	162
(3) 全国気候変動影響調査 (National Climate Assessment (NCA)) の実施.....	163
(4) 気候変動影響を考慮した基準洪水位の設定に係る大統領令.....	163
4. 3 ハリケーンサンディによる被害とその対応.....	167
4. 4 米国の洪水保険制度の概要.....	168
(1) 洪水保険制度創設経緯.....	168
(2) 洪水保険制度の概要.....	170
(3) その他の NFIP 活動.....	178
(4) その他の FEMA プログラム.....	179

Ⅲ-2 豪雨による水害への対応.....	181
1. 全体構成.....	182
2. 気候変動影響・超過洪水生起を踏まえた新しい治水フレームの考え方.. (研究総務官) ...	183
2. 1 わが国の治水に関わる状況の概括.....	183
2. 1. 1 河川整備による治水ストック積み上げの効果.....	183
2. 1. 2 残余リスク対処の重要性への認識の高まり.....	186
2. 1. 3 河川整備の効果発揮に及ぼす気候変動影響.....	187
2. 1. 4 次の方向性についての考察.....	188
2. 2 治水検討フレームの内容.....	189
2. 2. 1 被害～豪雨規模関係を基軸とした検討フレーム.....	189
(1) 基本事項.....	189
(2) 治水システムの挙動を考慮した氾濫生起シナリオ設定手法の組み込み.....	191
(3) 被害～豪雨規模関係の制御における評価の考え方.....	193
2. 2. 2 施策検討との結びつけ.....	195
(1) 施策群の類型化.....	195
(2) 施策総動員の検討手順のイメージ.....	197
2. 2. 3 気候変動適応との関係.....	200
(1) 気候変動影響の表現.....	200
(2) 気候変動への適応度の評価.....	201
(3) 適応策検討の道筋についての考察.....	203
2. 3 新フレームでの検討に役立つ施策メニューの整理法.....	205
2. 3. 1 整理法提示のねらい.....	205
2. 3. 2 整理のための新たな視点.....	206
(1) 被害～豪雨規模関係の制御に関する型.....	206
(2) 施策実行に必要な資源.....	207
(3) 効果発揮の確実性.....	207
(4) “他益性”の明示的承認と合意形成方策の必要性.....	207
(5) 技術的成熟度.....	207
(6) 他目的施策との相互乗り入れ性.....	207
2. 3. 3 整理法適用・活用のイメージ.....	208
2. 4 具体化への展開－3、4章の内容との関係.....	212
3. 超過洪水時の治水システム挙動を考慮した被害生起シナリオと施策効果の分析手法 (河川研究室) ...	214
3. 1 治水機能発揮・喪失のシナリオを考慮した氾濫時の人的・経済被害リスク評価 手法の開発.....	214
3. 1. 1 背景.....	214
3. 1. 2 氾濫発生シナリオの網羅的抽出手法.....	214
3. 2 モデル河川におけるリスク評価の試行.....	216

3. 2. 1	試行における計算手法の概要	216
(1)	超過確率年と降水量の関係	216
(2)	氾濫ブロックの設定	216
(3)	河道内水位及び氾濫流量の算定	216
(4)	氾濫計算による被害の算定方法	216
(5)	直接被害額及び人的被害の算定	217
3. 2. 2	試算結果	217
3. 3	まとめと今後の課題	221
4.	河川および流域に関する様々な適応策オプションの拡充と適用条件の明確化	222
4. 1	戦略的な河道設計・管理 (河川研究室)	222
4. 1. 1	はじめに	222
4. 1. 2	論点①：河道設計と(それに従って整備された河道に)生じ得る変化	223
4. 1. 3	論点②：変化速度と管理労力	224
4. 1. 4	論点③：縦断分布変化と安全度バランス	225
4. 1. 5	まとめ	225
4. 2	ダム洪水調節操作手法の高度化 (水循環研究室)	227
4. 2. 1	はじめに	227
4. 2. 2	アンサンブル予測雨量を活用したダム洪水調節手法の概要	228
(1)	アンサンブル予測雨量	229
(2)	アンサンブル予測雨量を用いた洪水時のダム操作方法の考え方	229
4. 2. 3	シミュレーション実施条件	230
(1)	検討対象流域・ダム、対象洪水	230
(2)	アンサンブル予測雨量の計算	230
(3)	流出計算モデル	231
4. 2. 4	結果	231
(1)	台風15号の計算結果	231
(2)	台風6号の計算結果	233
(3)	台風12号の計算結果	235
4. 2. 5	考察	237
(1)	アンサンブル予測雨量の精度と台風進路との関係	237
(2)	ダム洪水調節操作におけるアンサンブル予測雨量の利用方法に関する課題	238
4. 2. 6	まとめと今後の課題	239
4. 3	既設ダムの再編・再開発 (水循環研究室)	242
4. 3. 1	ダム再開発の必要性	242
4. 3. 2	ダム再開発の種類および現在実施中のダム再開発事例	242
4. 4	遊水機能の維持・活用 (水害研究室)	248
4. 4. 1	はじめに	248

4. 4. 2	流域における治水対策の事例	248
(1)	遊水機能の維持・活用事例	248
(2)	浸水被害軽減のための建築・土地利用規制の制度化に関する事例	251
(3)	まとめ	254
4. 4. 3	モデル河川における遊水機能の分析・評価	255
(1)	ケーススタディ対象河川・地区の選定	255
(2)	桜川流域の概要	255
(3)	桜川の河川改修の概要	256
(4)	気候変動による降雨量変化の推定	256
(5)	遊水機能の分析の前提条件	257
(6)	遊水機能の分析・評価	259
(7)	まとめと考察	262
4. 4. 4	施策実施のための地域状況要件と施策推進に向けての論点整理	263
(1)	施策実施のための地域状況要件	263
(2)	施策推進に向けての論点整理	263
4. 5	XRAINによる高時空間分解能での迅速な豪雨観測・予測技術と利活用	
	(水循環研究室)	265
4. 5. 1	XバンドMPレーダの導入の背景	265
4. 5. 2	XRAINの構築状況	267
4. 5. 3	XバンドMPレーダの観測技術の特徴	268
(1)	二重偏波レーダの降雨観測と特徴	268
(2)	単偏波レーダの降雨観測と特徴	268
4. 5. 4	XRAIN雨量情報の特徴	268
4. 5. 5	XRAINの観測精度	270
(1)	XRAINによる豪雨の観測事例	270
(2)	個別レーダの観測精度	271
(3)	1分雨量の観測精度	272
(4)	XRAIN雨量情報の高精度化の取り組み	273
4. 5. 6	XRAIN雨量情報の利活用	279
(1)	国土交通省におけるXRAINの利活用	279
(2)	XRAINの他分野利用	281
4. 5. 7	XRAIN雨量情報を利用した技術研究開発	283
4. 6	都市雨水排水における効果的な浸水対策	(下水道研究室) 286
4. 6. 1	仮想排水区を用いたシミュレーション	286
(1)	仮想排水区と降雨シナリオの設定	286
(2)	浸水対策必要量と浸水対策施設の設定	288
(3)	整備効率性の評価	291
4. 6. 2	降雨強度増加時における効果的な浸水対策	292
4. 7	街区スケールにおける人的被害低減対策	(河川研究室) 296

4. 7. 1	切迫避難を含む避難実態に即した人的被害リスクのマクロ評価手法の開発...	296
4. 7. 2	街区スケールにおける様々な人的被害低減対策の効果算定手法の開発.....	296
(1)	近隣の中高層建物への避難による人的被害低減の考え方.....	296
(2)	集計単位の設定.....	297
(3)	建物・居住者データの GIS 上での整理.....	297
(4)	試算条件.....	297
(5)	計算手順.....	298
(6)	人的被害試算結果と被害低減対策の検討.....	299
(7)	おわりに.....	300
5.	まとめと今後の展開 (Ⅲ-2部)	302
<hr/>		
Ⅲ-3	海岸分野における気候変動への対応..... (海岸研究室) ...	305
1.	はじめに.....	306
2.	閣議決定「気候変動の影響への適応計画」までの海岸分野における検討の変遷.....	307
3.	海岸関係4省庁における気候変動適応策.....	308
3. 1	沿岸部(海岸)における気候変動の影響及び適応の方向性検討委員会.....	308
3. 2	高潮水防の強化に関する技術検討委員会.....	310
4.	海岸分野における気候変動適応策に向けた研究の動向.....	313
4. 1	将来気候に向けての海岸域防災に関わる研究動向.....	313
4. 2	気候変動リスク情報創生プログラム 沿岸災害リスクの影響評価.....	314
4. 3	最近の動向.....	315
<hr/>		
Ⅲ-4	水資源分野における気候変動への対応.....	317
1.	水資源計画・管理における施策動向..... (水循環研究室) ...	318
1. 1	大規模渇水への備えとしてのゼロ水タイムラインの必要性.....	318
1. 2	ゼロ水タイムラインの概要.....	318
1. 2. 1	過去の渇水等の降雨状況を踏まえたゼロ水シナリオの設定.....	318
1. 2. 2	渇水の進展に伴う影響項目とその状況設定.....	320
1. 2. 3	被害や影響を最小とするための需要側、供給側等の事前予防、対応措置の 検討.....	320
1. 3	今後の課題.....	321
2.	気候変動によるダム貯水池の水質への影響と適応策の検討..... (水循環研究室) ...	322
2. 1	検討の目的.....	322

2. 2	検討の概要.....	322
2. 3	検討対象とするケーススタディダムを選定.....	323
2. 4	流出・利水モデル及び水質解析モデルの作成.....	323
2. 4. 1	流出モデルの基礎構造.....	323
2. 4. 2	流出モデルの計算条件.....	324
2. 4. 3	利水モデルの基本構造.....	325
2. 4. 4	水質解析モデルの基本構造.....	325
2. 5	気候変動によるダム貯水池水質の変化試算.....	326
2. 5. 1	将来予測シナリオの選定.....	326
2. 5. 2	気温及び降水量データのバイアス補正方法.....	327
2. 5. 3	気候変動によるダム貯水池の水質変化試算.....	328
2. 6	現在に対する将来の水質悪化への対策検討.....	329
2. 7	まとめ.....	333
3.	都市域における水資源確保代替案としての再生水利用の検討.....（下水処理研究室）...	334
3. 1	検討の目的.....	334
3. 2	水量面からの再生水利用の可能性.....	334
3. 3	膜処理技術の開発動向.....	335
3. 4	MBRにおける下水処理水の安全性の評価.....	336
	（1）目的.....	336
	（2）調査方法.....	336
	（3）結果.....	337
3. 5	膜処理を用いた再生水システムによる環境負荷の評価.....	338
	（1）目的.....	338
	（2）再生水システムによる電力消費量・LC-CO ₂ 削減効果.....	339
	（3）再生水システムのエネルギー消費量と処理水質の比較検討.....	341
3. 6	結論.....	342
おわりに（気候変動適応研究本部事務局）...	344