



独立行政法人 国際協力機構 (JICA)

気候変動対策（緩和策・適応策）支援の  
形成・実施の主流化に係る調査業務  
（国・地域毎の気候変動の考えうる影響）

最終報告書

2011年6月

日本工営株式会社

本編は、「気候変動対策（緩和策・適応策）支援の形成・実施の主流化に係る調査業務」のうち、国・地域毎の気候変動の考えうる影響に関する報告書である。

気候変動の考えうる影響作成国一覧

		<table border="1"> <tr><td style="background-color: #ccccff;"></td><td>: 過去にJICAが作成済の国</td></tr> <tr><td style="background-color: #ffffcc;"></td><td>: 今回の調査で作成した国</td></tr> <tr><td style="background-color: #ffcccc;"></td><td>: 今回の調査で作成した地域 (複数の国が対象)</td></tr> </table>			: 過去にJICAが作成済の国		: 今回の調査で作成した国		: 今回の調査で作成した地域 (複数の国が対象)
	: 過去にJICAが作成済の国								
	: 今回の調査で作成した国								
	: 今回の調査で作成した地域 (複数の国が対象)								
アジア	(アジア)								
	アフガニスタン								
	インド								
	インドネシア								
	ウズベキスタン								
	カンボジア								
	キルギス共和国								
	スリランカ								
	タイ								
	タジキスタン								
	中華人民共和国								
	ネパール								
	パキスタン								
	バングラデシュ								
	東ティモール								
	フィリピン								
	ブータン								
	ベトナム								
	マレーシア								
	ミャンマー								
	モルディブ								
	モンゴル								
	ラオス								
	カザフスタン								
	大洋州	(大洋州)							
サモア									
ソロモン									
トンガ									
バヌアツ									
バブアニューギニア									
パラオ									
フィジー									
マーシャル									
ミクロネシア									
ツバル									
北米・中南米		(北米・中南米)							
		アメリカ合衆国							
	チリ								
	アルゼンチン								
	ウルグアイ								
	エクアドル								
	パラグアイ								
	ブラジル								
	ベネズエラ								
	ペルー								
	ボリビア								
	ガイアナ								
	コロンビア								
	パナマ								
	グアテマラ								
	コスタリカ								
	ニカラグア								
	ベリーズ								
	エルサルバドル								
	ホンジュラス								
	メキシコ								
(カリブ)	ジャマイカ								
	セントルシア								
	ドミニカ共和国								
アフリカ	(アフリカ)								
	ウガンダ								
	エチオピア								
	ガーナ								
	ガボン								
	カメルーン								
	ケニア								
	コートジボワール								
	コンゴ民主共和国								
	ザンビア								
	ジブチ								
	ジンバブエ								
	スーダン								
	セネガル								
	タンザニア								
	ナイジェリア								
	ナミビア								
	ニジェール								
	ブルキナファソ								
	ベナン								
ボツワナ									
マダガスカル									
マラウイ									
南アフリカ共和国									
モザンビーク									
ルワンダ									
リベリア									
モーリシャス									
中東	(中東)								
	イエメン								
	イラン								
	エジプト								
	サウジアラビア								
	シリア								
	チュニジア								
	パレスチナ								
	モロッコ								
	ヨルダン								
イラク									
欧州	(欧州)								
	英国								
	トルコ								
	バルカン								
	フランス								
	コソボ								
	マケドニア								
	ボスニア・ヘルツェゴビナ								

- 目 次 -

第1章	インドにおいて予測される気候変動の影響 .....	1-1
第2章	インドネシアにおいて予測される気候変動の影響 .....	2-1
第3章	キルギス共和国において予測される気候変動の影響 .....	3-1
第4章	ネパールにおいて予測される気候変動の影響 .....	4-1
第5章	パキスタンにおいて予測される気候変動の影響 .....	5-1
第6章	バングラデシュにおいて予測される気候変動の影響 .....	6-1
第7章	ミャンマーにおいて予測される気候変動の影響 .....	7-1
第8章	モルディブにおいて予測される気候変動の影響 .....	8-1
第9章	ブラジルにおいて予測される気候変動の影響 .....	9-1
第10章	コンゴ民主共和国において予測される気候変動の影響 .....	10-1
第11章	タンザニアにおいて予測される気候変動の影響 .....	11-1
第12章	ナイジェリアにおいて予測される気候変動の影響 .....	12-1
第13章	マダガスカルにおいて予測される気候変動の影響 .....	13-1
第14章	南アフリカ共和国において予測される気候変動の影響 .....	14-1
第15章	チュニジアにおいて予測される気候変動の影響 .....	15-1
第16章	大洋州地域において予測される気候変動の影響 .....	16-1
第17章	カリブ地域において予測される気候変動の影響 .....	17-1

---

## 第1章 インドにおいて予測される

### 気候変動の影響

インド（以下、「イ」国）は南アジアに位置する大国であり、10億人以上の人口と約330万km<sup>2</sup>の国土面積を有する。「イ」国には様々な地形が発達しており、最北部にはヒマラヤ山脈、北部の平原、広大なデカン高原、沿岸地域、島々などがある。北部は大陸性気候であり、夏は高温で冬期は寒い。対照的に沿岸地域では1年を通じて気温はほぼ一定である。北東部は湿潤であるが西部は乾燥している。半島域には半乾燥地帯が湿潤な西岸と中央部・東部の間に広がる。「イ」国において最も重要な気候事象は“モンスーン”と呼ばれる降雨が集中する時期であろう。

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）が2007年に発表した第4次報告書に代表されるように、近年の様々な研究により「イ」国における気候変動による影響が色々と明らかになってきた。気温上昇は南部より北部で顕著になると思われる。加えて氷河や海水面、降雨などへの気候変動による変化が「イ」国に影響を及ぼすことが懸念される。

気候変動による「イ」国各分野の予想される影響は以下の通り。

#### (1) 水循環

- 降水量は乾期である12月から2月にかけて減少するが、それ以外の期間では増加すると思われる。
- 国土の大部分において、降水日数が減少するとともに、降雨強度は増加すると思われる。
- 国土の様々な地域において、干ばつや洪水が激しくなることが懸念される。
- 利用可能な流量は減少し、地下水開発が必要になると思われる。しかしながら地下水は、涵養面においては降水量と蒸発散量の変化、水質面では洪水増加による洪積帯水層の水質悪化や海面上昇による塩水侵入などの影響が懸念される。また、降雨強度が増加しても表面流去する水の量が増加するため、地下水涵養量は減少するかもしれない。
- 気温上昇、海面上昇、氷河融解により、各地の水収支や沿岸平地の地下水水質の悪化が懸念される。

#### (2) 農業および食料

- 「イ」国の農業生産は降雨量と降雨パターンに大きく依存しており、多数の小規模で貧困な農家は天水農業によって生計を立てている。そのため、気候変動に対して

---

脆弱である。

- 「イ」国の食料安全保障は、気候変動による干ばつと洪水の頻度及び強度の増加により影響を受けるであろう。
- 気温上昇による作物生産の減少分は二酸化炭素施肥効果により相殺されると思われる。しかしながら、上昇幅が大きい場合は西部では栽培期間の減少により作物生産は減少する懸念がある。

(3) 沿岸地域

- 7,500 km にも及ぶ沿岸地域は人口過密地帯でもある。沿岸地域における浸食や洪水は海面上昇や熱帯低気圧により悪化する恐れがある。
- 土地損失および住民移転、沿岸低地での洪水増加、浸水の影響による労働生産と雇用の損失、塩化などが海面上昇により引き起こされる懸念がある。また、沿岸域のインフラや養殖業、砂浜の損失による沿岸域の観光への被害が懸念される。
- マラリアは更に高緯度・高高度に広がる恐れがある。

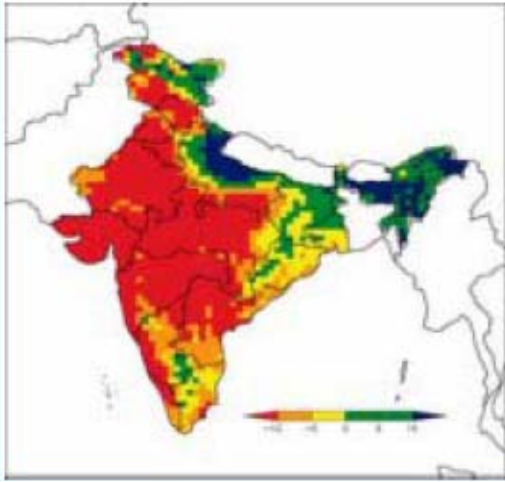
(4) 生態系

- 森林生態系の変化が起こりうる。森林境界の変化、種の集合や森林のタイプの変化、一次生産量の変化、生物多様性の減少や変化などが懸念される。
- 海面上昇により、マングローブ林が水没したり湿原の塩分濃度が増加することにより、高塩分濃度に耐性のあるマングローブが優位になると思われる。一方、ヒマラヤ西部の雪解け水の増加によりガンジスデルタに大量の真水が流れ込み、スンダルバンスのマングローブ林はより塩分濃度への耐性が低い種類に変わるかもしれない。
- サンゴ礁は海面温度の上昇により白化の影響を受ける恐れがある。

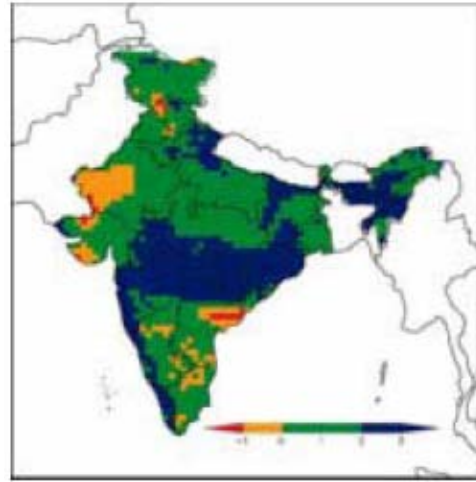
(5) エネルギー

- 冷却需要の増加や地下水の揚水需要の増加により、電力需要が増加すると思われる。また、農業分野でも灌漑需要の高まりにより、電力需要が増加すると思われる。

これらの気候変動により予想される影響を低減することが、「イ」国の気候変動適応策と言える。「イ」国でより効果的な適応策を実施するにあたっては、気候データや、温暖化により影響を受ける分野に関する基礎的データの蓄積、それらを有効に活用し適応策策定ができる人材の育成も重要な鍵となるため、人材育成、キャパシティ・ディベロップメントも支援を考えるべき重要な適応策の一つと考えられる。

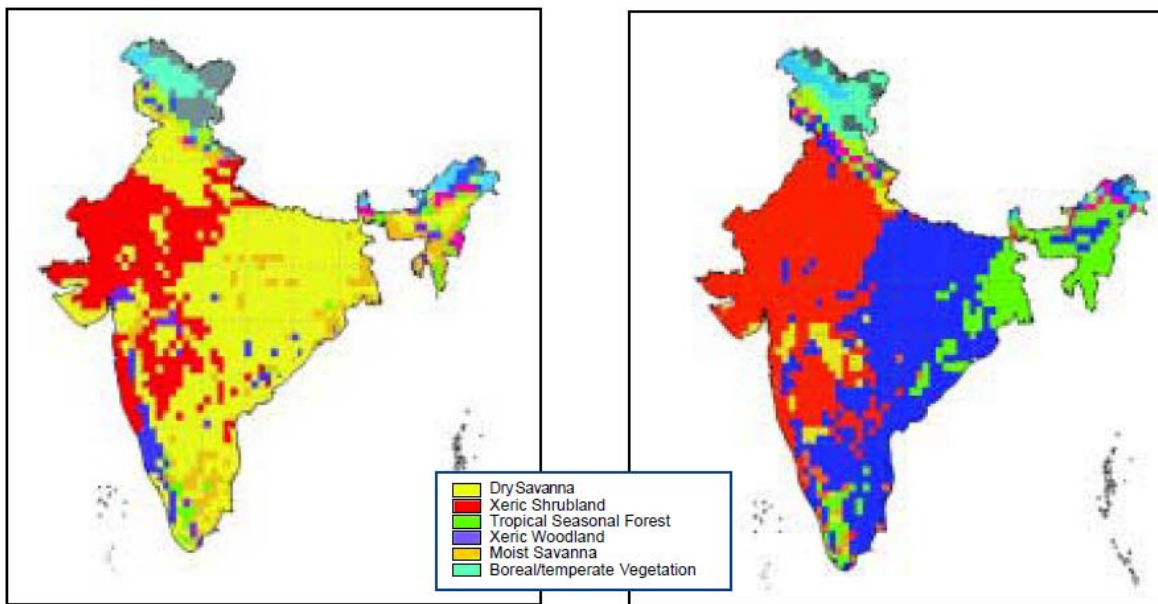


図： 2041-2060年の年間降水日数の変化平均予測 (HadRM2モデルによる)



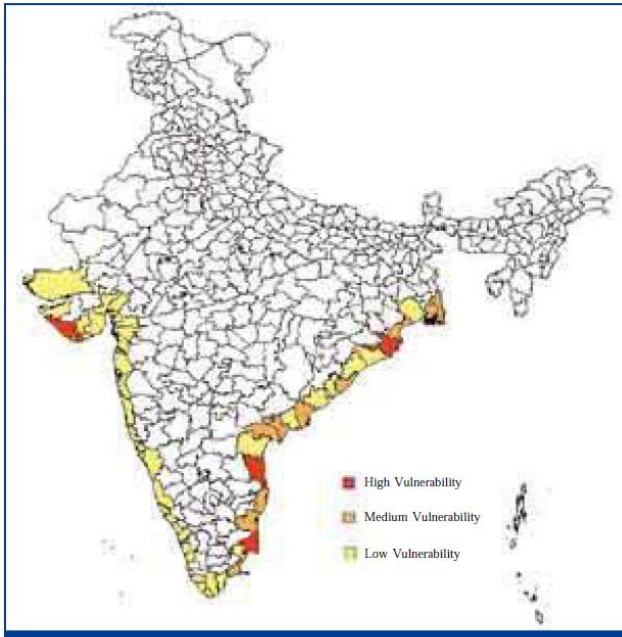
図： 2041-2060年の日降水強度(mm/day)の変化平均予測 (HadRM2モデルによる)

出典： Ministry of Environment and Forests, Government of India (2004), p.71, Figures 3.14 & 3.15



図： 2050年の植生分布に関するHadRM2による検討。インドの全グリッドおよび森林以外の植生も考慮した。左：温室効果ガスの増加影響なしの場合。右：温室効果ガスの増加影響ありの場合

出典： Ministry of Environment and Forests, Government of India (2004), p.ix, Figure 8



図： 沿岸地域における気候変動への脆弱性

出典： Ministry of Environment and Forests, Government of India (2004), p.x, Figure 9

参考資料：

- IPCC. (2007). AR4 WG I: the Physical Science Basis, Chapter 11 Regional Climate Projections.
- IPCC. (2007). AR4 WG II: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Chapter 10 Asia.
- Ministry of Environment and Forests, Government of India. (2004). India's Initial National Communication to the United Nations Framework Convention on Climate Change.
- 外務省.(2011).インド: <http://www.mofa.go.jp/region/asia-paci/india/index.html>

---

## 第2章 インドネシアにおいて予測される

### 気候変動の影響

インドネシア（以下、「イ」国）は東南アジアの島国であり、13,000以上の島と81,000 kmの海岸線を有する。「イ」国の気候はモンスーン気候であり、降雨パターンは①12月に降雨ピークがあるモンスーン降雨、②7～8月に降雨ピークのある東部赤道地域の局所的な降雨パターン、③3月と10月に降雨ピークのある赤道地域の降雨パターン、の3種類がある。更に場所によって雨期の長さや雨期の降雨量は変化し、それぞれ雨期は長いところで280～300日、短いところで10～110日、雨期降水量は4,115 mmから640 mmまで様々である。降水量はエルニーニョ・南方振動に関連して変動し、一般的にエルニーニョの影響により減少しラニーニャの影響により増加する。

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）が2007年に発表した第4次報告書に代表されるように、近年の様々な研究により「イ」国における気候変動による影響が色々と明らかになってきた。また、「イ」国政府も自国における気候変動の影響に関する調査を行っており、その最新の結果は2009年の第二次国別報告書においてUNFCCCに報告されている。

気候変動による「イ」国各分野の予想される影響は以下の通り。

#### (1) 水循環

- 2025年までの変化として、12月から2月にかけての雨期降雨は、ジャワ、バリ、西ヌサテンガラ、東ヌサテンガラ、パプアにおいて増加し、その他の地域では減少すると思われる。水不足問題を抱える地域が増加することが懸念される。
- 2050年および2080年までの変化として、スマトラ北部とカリマンタンを除くほとんどの地域では、降雨量が現在より増えると思われる。
- ジャワの大部分の地域、特に西ジャワと南スマトラでは6月から8月にかけての乾期の降雨は、2025年では減少しているが2050年では増加、しかし2080年ではまた減少している。
- ジャワとバリにおける雨期の始まりは、多少の不確実性はあるものの、2050年には30日間遅れていると思われる。
- インドネシアに強風と豪雨をもたらす熱帯低気圧は、海水面温度の上昇により強度が増す懸念がある。

#### (2) 農業および食料

- 雨期の開始時期や雨期の長さが変わり、コメの生産性と作付体系に影響することが



---

懸念される。エルニーニョ現象により雨期の開始時期が遅れた場合、雨期の作付面積が減少するため、農民は減少分を取り戻すために干ばつリスクの高い乾期の作付面積を増やそうとしている。

- 乾期の長期化は一年生作物だけではなく、多年生作物にも悪影響を及ぼすことが懸念される。乾期の長期化は若木の生育に与える影響が大きい。
- 作物の害虫および病気は気候変動の影響を受けると思われる。エルニーニョ・南方振動により病虫害の発生状況が影響を受けたり、主要な作物病虫害のタイプが最近移行してきているなど、現在既に気候変動による兆候がみられる。
- 降雨量の変化や気温上昇により、例えば牛の乾燥物摂取量が減少するため、乳牛生産性や繁殖能力の低下が懸念される。
- 気候変動によりコメ生産は影響を受け、主に気温上昇・降水量変化・海面上昇による土地損失により生産は減少するが、二酸化炭素施肥効果により多少補われると考えられる。しかしながら、コメ生産の減少は気候変動の影響よりも水田の土地転換による影響の方が大きい。
- 海面上昇により耕作地の浸水、魚やエビの生産性の減少などが懸念される。海水温の上昇によりサンゴの白化が引き起こされ、漁業に悪影響をもたらすことが懸念される。

### (3) 沿岸地域

- サンゴ礁は何千種類もの魚類の生息地であると同時に、波浪のエネルギーを吸収し海岸浸食のリスクを低下させている。サンゴの白化現象や嵐の増加による高波によってサンゴ礁が被害を受け、サンゴ地帯の生物多様性の損失やさらなる海岸浸食が懸念される。
- 海面上昇により沿岸地域の一部は完全に水没し、高波により一時的ではあるが広範囲が浸水被害を受けることが懸念される。開発によって引き起こされた沿岸地域における地盤沈下は、この状況をさらに悪化させる。ジャカルタやメダン、スマラン、スラバヤなどの沿岸の大都市は浸水被害を受けると思われる。

### (4) 生態系

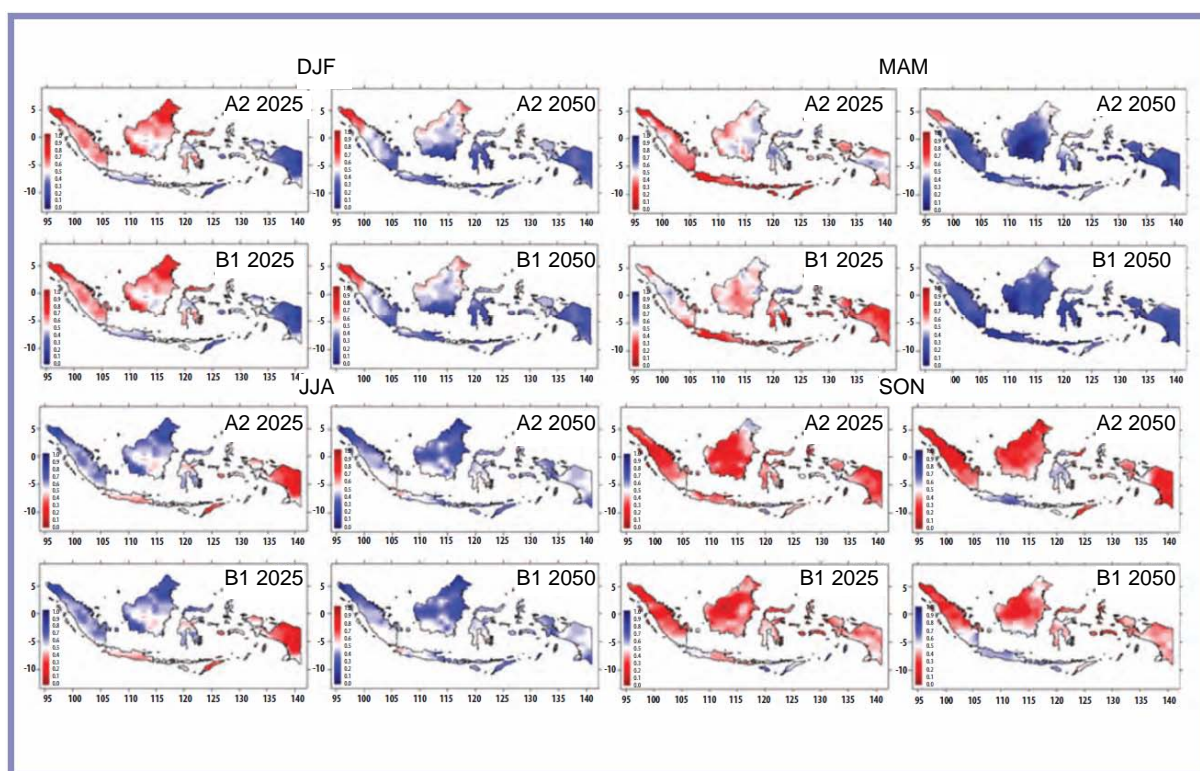
- 地域によっては乾期降雨の減少や雨期の短期化により、森林火災がさらに深刻になることが懸念される。
- 森林の生態系が受ける気候変動による悪影響として、森林火災による生物多様性の損失、最適な温度帯および降雨域の移動による生物種の消失や減少、森林の病虫害の増加、森林生産性の増加または減少などが挙げられる。

### (5) 健康

- ジャカルタの様な工業地域では、深刻な大気汚染のため、猛暑やスモッグに起因する心疾患や呼吸器系疾患の増加が懸念される。
- 2006年にインドネシアの州立病院で処置された10大疾病のうち、デング熱、マラリア、レプトスピラ症、下痢性疾患はエルニーニョ・南方振動に関連した極端現象の

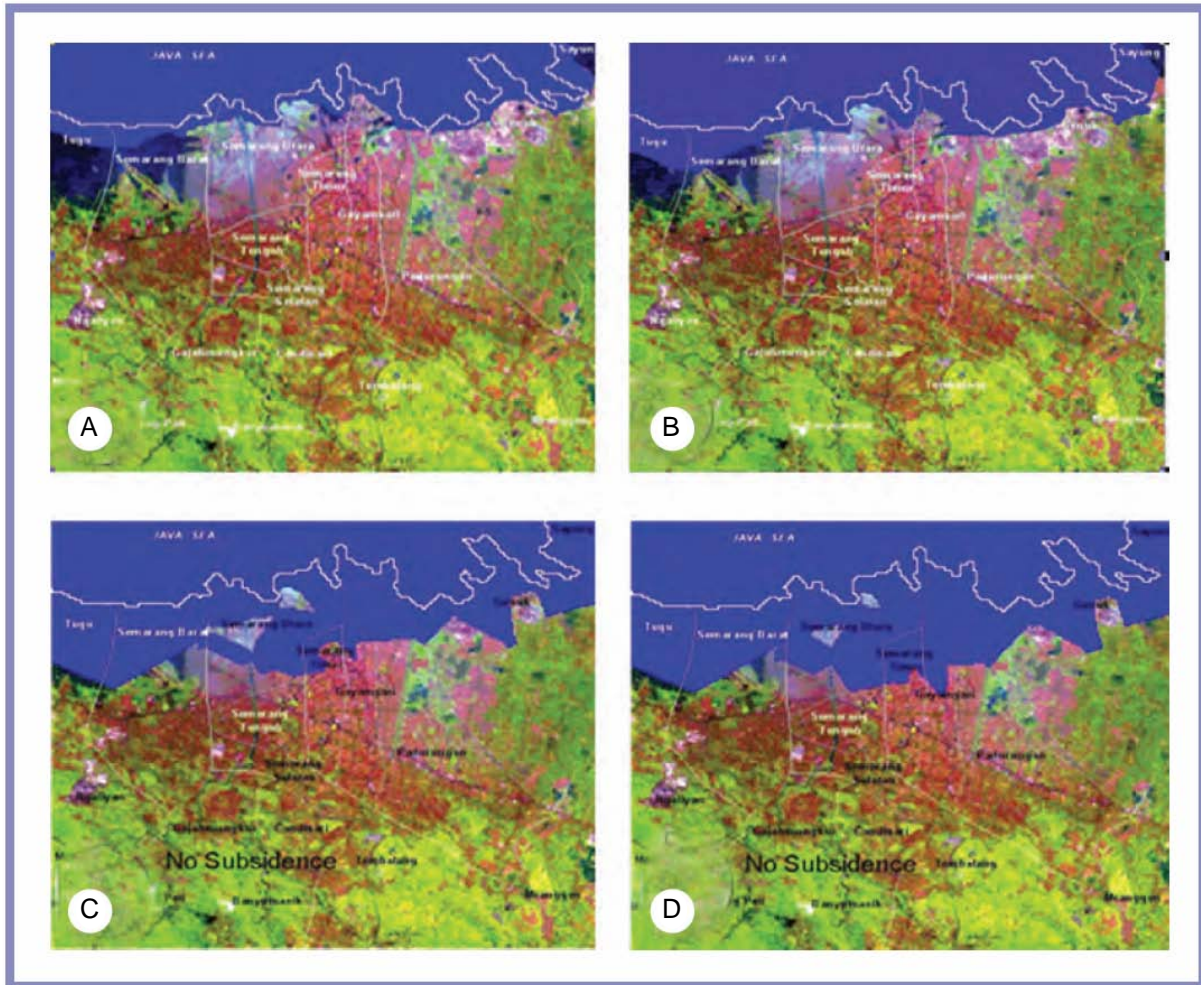
発生と密接に関連している。これらの疾病は気候変動により悪化することが懸念される。

これらの気候変動により予想される影響を低減することが、「イ」国の気候変動適応策と言える。「イ」国でより効果的な適応策を実施するにあたっては、気候データや、温暖化により影響を受ける分野に関する基礎的データの蓄積、それらを有効に活用し適応策策定ができる人材の育成も重要な鍵となるため、人材育成、キャパシティ・ディベロップメントも支援を考えるべき重要な適応策の一つと考えられる。



図： 将来の季節降雨量変化の可能性（IPCCのSRESA2シナリオおよびSRESB1シナリオ）  
注：濃い赤の地域は降水量減少、濃い青の地域は降水量増加が将来高い確率で見込まれる。

出典： Boer et al. (2009) (Ministry of Environment, Republic of Indonesia (2010), p.IV-8, Figure 4.5)



図：スマランの洪水分布

A：海面上昇 0.25m、B：海面上昇 1.0m、C：海面上昇 + 高潮 2.28m、D：海面上昇 + 高潮 3.03m

出典：Hariati et al. (2009) (Ministry of Environment, Republic of Indonesia (2010), p.IV-38, Figure 4.30)

参考資料：

- IPCC. (2007). AR4 WG I: the Physical Science Basis, Chapter 11 Regional Climate Projections.
- IPCC. (2007). AR4 WG II: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Chapter 10 Asia.
- Ministry of Environment, Republic of Indonesia. (2010). Indonesia Second National Communication under the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC).
- 外務省. (2011). インドネシア共和国:  
<http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/indonesia/index.html>

## 第3章 キルギス共和国において予測される

### 気候変動の影響

キルギス共和国（以下、「キ」国）は、中央アジアの内陸国であり、天山山脈とパミール高原の2つの山系がぶつかる場所に位置する。国土の約93%が標高1,000 m以上であり、更に42%が標高3,000 m以上にある。山がちな国土は、山間山麓地帯（標高900 m～1,200 m）、山地帯（標高900 - 1,200 m～2,000 - 2,200 m）、高山地帯（標高2,000 - 2,200 m～3,000 - 3,500 m）、万年雪地帯（標高3,500 m以上）の4つの気候地帯に分かれる。山間山麓地帯は夏は暑く、冬は雪もなく温帯性であり極端に乾燥している。一方、万年雪地帯は厳しく非常に寒い気候であり、気温は4 - 7℃を超えることはなく、万年雪原や氷河など水分凝集地帯となっている。

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）が2007年に発表した第4次報告書に代表されるように、近年の様々な研究により「キ」国における気候変動による影響が色々と明らかになってきた。また、「キ」国政府も自国における気候変動の影響に関する調査を行ってきており、その最新の結果は2009年の第二次国別報告書においてUNFCCCに報告されている。

気候変動による「キ」国各分野の予想される影響は以下の通り。

#### (1) 水循環

- 夏期の降水量は減少し、冬期の降水量が増加すると思われる。非常に乾燥した春期・夏期・秋期の回数が増加し、冬期では高強度の降水が一般的になると思われる。
- 2100年までの氷河面積の減少は、気候変動シナリオにもよるが、2000年に比べ64%～94%減少する可能性がある。
- 河川流量は2025年までは増加し、その後かなり減少することが懸念される。2025年までは氷河からの流出分が河川流量減少分を上回る。その後の流量の減少は主に蒸発量の増加が原因である。
- 氷河からの流出の減少は河川流量の季節的変動に大きく作用し、夏期の流量減少が顕著であり徐々に下記より早い時期の減少が現れると思われる。
- 湖水も河川流量変化と同様、21世紀初期は増加し、その後かなりの程度減少すると思われる。「キ」国最大のイシクル湖の湖岸線が後退すると思われる。また、有数の大きさを誇るチャティール・クル湖は、2100年には毎年完全に干上がってしまう小さな貯水池となってしまうと思われる。

#### (2) 農業および食料

- 全体的に湿度は下がり、夏期の河川流量の減少が懸念され、農業にとって負の影響

になることが懸念される。

- 気温が上昇すれば、北西区域と南西区域はコットンおよびブドウ栽培に適するようになると思われる。更にブドウはイシククル区域の湖畔の平原や標高 2,400 m までの天山山脈地域でも栽培が可能になるとと思われる。
- 農業セクターには様々な気候に関する影響が生じると思われるが、農業生産性は耕作方法、灌漑方法、作物種、施肥など他の要因に左右されることが思われる。
- 気候変動影響は牧草の生育には好ましい影響をもたらすとされる。

### (3) 健康

- 気候が温暖になれば伝染病や寄生虫性疾患にとっても環境が良くなるため、病気が広まることが懸念される。疾患率は夏期に最も高くなると思われる。
- 心臓血管疾患や循環器疾患は北部地区および南部地区の特に高齢者層において増加することが懸念される。疾患率は夏期に最も高くなると思われる。
- 特に 70 才台以上の脆弱層において、がん疾患率は男性が夏期に高くなり、女性は低くなる。そのため、気温が上昇すれば男性のがん疾患率は高くなり、女性は低くなると思われる。

### (4) 災害

- 「キ」国における気候に関連した深刻な災害は、地滑り、濁流・高水、雪崩である。これらの災害は「キ」国に甚大な被害をもたらしてきた。気候変動により、これらの災害も影響を受けると思われる：

南部地区：地滑りの可能性はほぼ同じもしくは多少増加すると思われる。濁流・高水および高山湖の決壊は増加すると思われる。雪崩はチャトカル地域では増加し、トクトグル地域ではかなり減少すると思われる。

中央地区：濁流・高水および高山湖の決壊はかなり減少すると思われる。雪崩は多少増加するであろう。地滑りに関しては統計データが不足しており評価できていない。

北部地区：濁流・高水および高山湖の決壊はかなり減少すると思われる。雪崩はかなり増加するであろう。地滑りに関しては統計データが不足しており評価できていない。

これらの気候変動により予想される影響を低減することが、「キ」国の気候変動適応策と言える。「キ」国でより効果的な適応策を実施するにあたっては、気候データや、温暖化により影響を受ける分野に関する基礎的データの蓄積、それらを有効に活用し適応策策定ができる人材の育成も重要な鍵となるため、人材育成、キャパシティ・ディベロップメントも支援を考えるべき重要な適応策の一つと考えられる。

参考資料：

- IPCC. (2007). AR4 WG I: the Physical Science Basis, Chapter 11 Regional Climate Projections.
- IPCC. (2007). AR4 WG II: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Chapter 10 Asia.
- State Agency for the Environment Protection and Forestry under the Government of the Kyrgyz Republic. (2009). The Kyrgyz Republic's Second National Communication to the United Nations Framework Convention on Climate Change.
- 外務省. (2011). キルギス共和国: <http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/kyrgyz/index.html>

## 第4章 ネパールにおいて予測される

### 気候変動の影響

ネパール（以下、「ネ」国）は内陸国であり、南アジアに位置する。「ネ」国の国土は南部のタライ平原の海拔 60 m から北部のヒマラヤ山脈の 8,800 m 以上まで様々であり、標高 8,848 m の世界最高峰であるエベレストを擁する。気候は卓越したモンスーン気候であり、降水量の大部分は 6 月から 9 月のモンスーン期に降る。「ネ」国は最貧国のひとつであり、更に 1990 年代からの政情不安のため国土の開発が遅れている。この低い開発レベルと複雑な地形のため、気候変動に対して脆弱である。

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）が 2007 年に発表した第 4 次報告書に代表されるように、近年の様々な研究により「ネ」国における気候変動による影響が色々と明らかになってきた。気候変動の影響は未だ全て解明されていないが、「ネ」国は既にその影響を被っている。ヒマラヤの氷河融解は進んでおり、20 の氷河湖が決壊のリスクにあり、そのうち 6 つは非常に不安定な状態だと言われている

気候変動による「ネ」国各分野の予想される影響は以下の通り。

#### (1) 水循環

- 全球気候モデルによる降水量変化の予測結果は一致していないが、「ネ」国においては冬期の降水量は減少し、モンスーン期とポスト・モンスーン期の降水は増加する傾向のようである。
- 氷河融解の影響により、モンスーン期の河川流量は増加すると予想される。

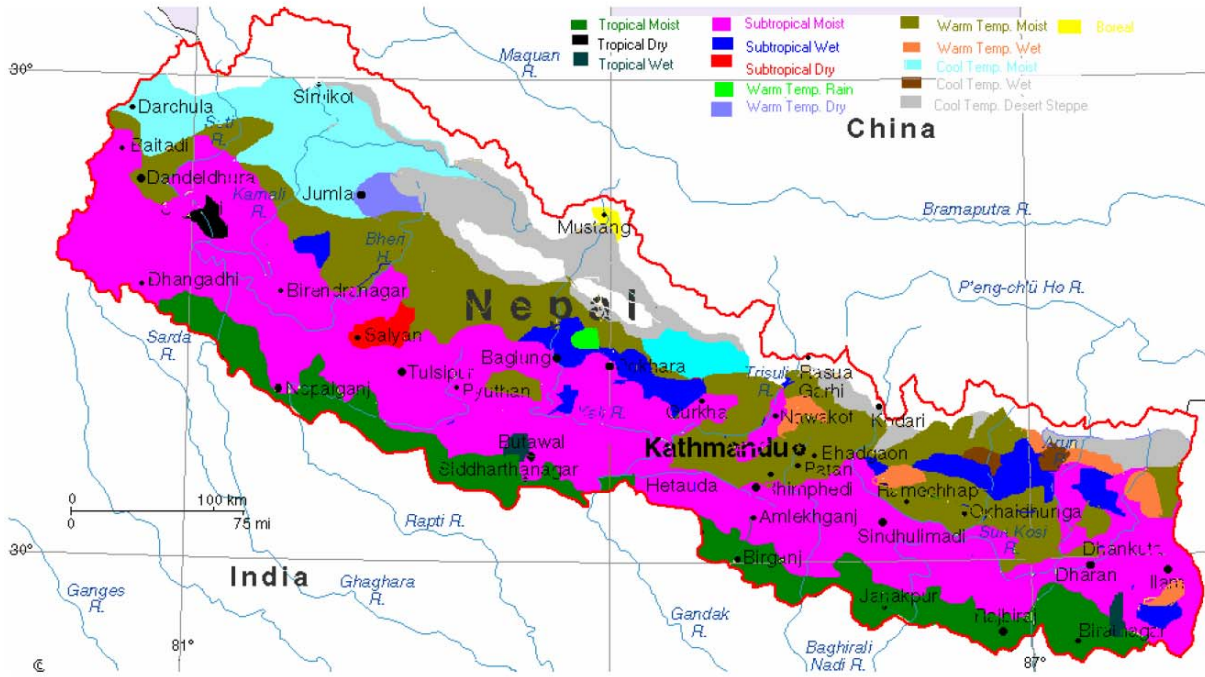
#### (2) 農業および食料

- 11 月から 4 月にかけての降水量は減少すると思われ、冬期および春期の作物栽培は負の影響を受けることが懸念される。
- コメ生産は二酸化炭素施肥効果により増収が見込まれる。しかしながら、気温上昇が 4℃以上になると減収の影響が生じると思われる。この負の影響はタライ平原部より丘陵部で影響が少し大きいと思われる。
- コムギ生産も二酸化炭素施肥効果による増収の影響と気温上昇による減収の影響を受けると思われる。しかしながらコメ生産とは異なり、コムギ生産の気温上昇による減収影響は、タライ平原より丘陵地や山岳地の方が少ないと思われる。
- トウモロコシ生産もコムギ生産と同様の影響を受けると思われるが、気温上昇による負の影響はより深刻であると思われる。

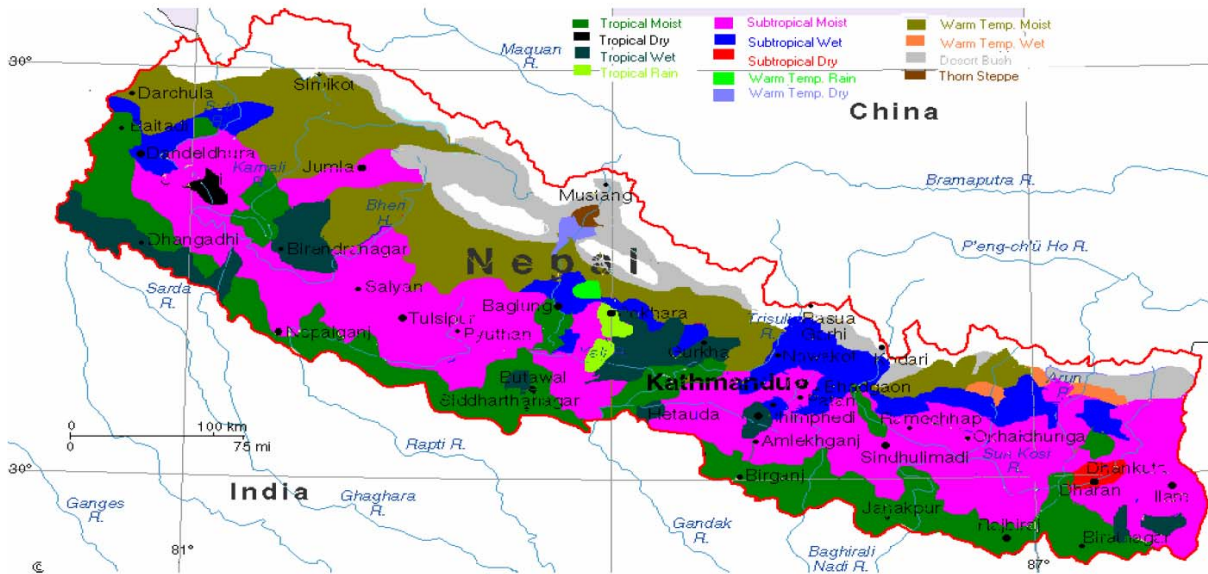
- 
- ネパールの代表的な家畜であるヤクは標高 3,000 m から 5,000m の地域で飼育されている。3,000 m 地点から 5,000 m 地点への移動、及び逆方向の移動は飼葉の有無および周囲の温度変化に依存しており、高温に対して非常に敏感であり耐性がない。ヤクやその他の家畜においても気候変動の影響が生じることが懸念される。
- (3) 山岳地方
- 山間部では降雨強度の増加による地滑りや河川浸食に加え、氷河湖決壊による洪水被害を受けやすい。
- (4) 生態系
- 気候変動により農業生態区域の移動や干ばつの長期化、病虫害頻度の増加などが懸念される。新たな侵略的外来種の出現と生息域の拡大が懸念される。
  - 極端な気候状況のため森林火災が増加し、森林地と生物種及びその生息地が失われることが懸念される。
- (5) 健康
- 「ネ」国の一般的な病気は気候に関連している。気候変動によりマラリアや日本脳炎、黒熱病等の病気は新しい地域に広がるかもしれない。大衆向けのプライマリーヘルスケアが整っておらず、脆弱性の一端となっている。
- (6) エネルギー
- 「ネ」国の電力生産のおおよそ 90%は水力発電である（ただし、総人口 2,800 万人のうち 1,800 万人は電力へのアクセスがない）。水力発電は気候変動によってもたらされる河川流量の不規則変化や地滑りによる堆砂、洪水などにより影響を受けることが懸念される。
  - 再生可能エネルギー源に対する悪影響が懸念される。山間丘陵部の小水力発電プロジェクトは水力発電と同様の影響が懸念され、予想される曇り日の増加や降水形態の変化（降雪から雹）は山間部の太陽光発電の可能性に負の影響をもたらす。気温上昇によってもたらされる森林火災の増加により、既に不足がちな薪は更に入手しにくくなることが懸念される。

これらの気候変動により予想される影響を低減することが、「ネ」国の気候変動適応策と言える。「ネ」国でより効果的な適応策を実施するにあたっては、気候データや、温暖化により影響を受ける分野に関する基礎的データの蓄積、それらを有効に活用し適応策策定ができる人材の育成も重要な鍵となるため、人材育成、キャパシティ・ディベロップメントも支援を考えるべき重要な適応策の一つと考えられる。

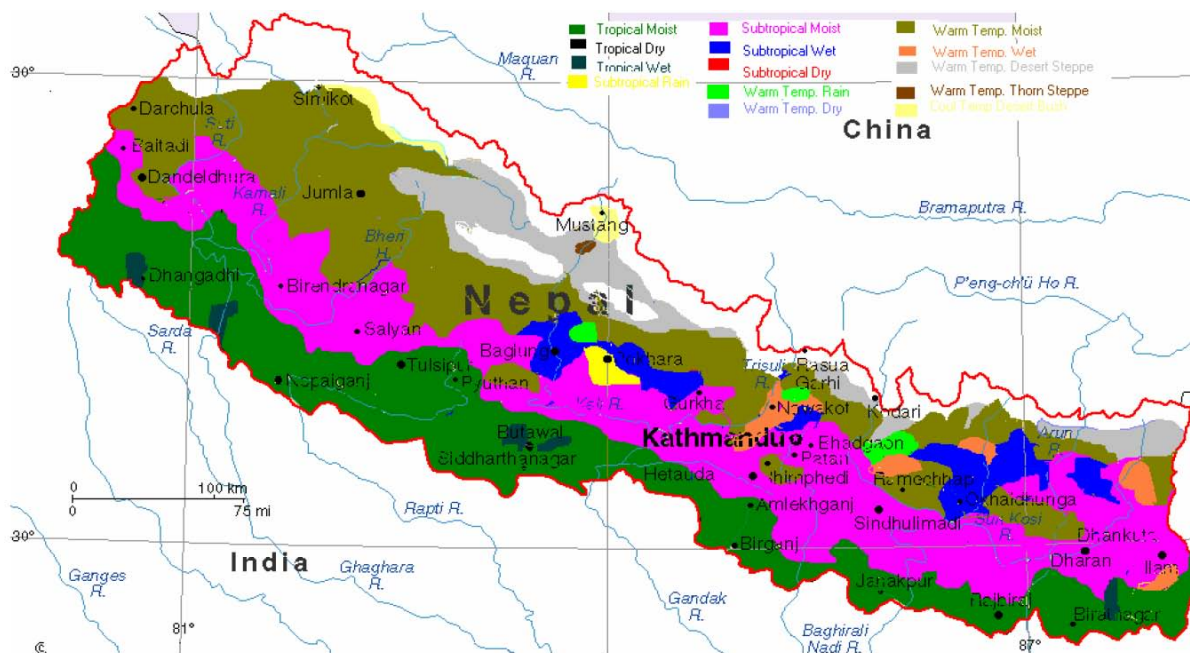




図： ホルドリッジ分類によるネパールの森林分類および分布（現況の二酸化炭素濃度状況下）



図： ホルドリッジ分類によるネパールの森林分類および分布（二酸化炭素濃度が二倍になった場合）



図： ホールドリッジ分類によるネパールの森林分類および分布（降水量 20%増加および気温上昇 2 °C の場合）

出典： Ministry of Population and Environment, Government of Nepal (2004), p.108-109, Figure 5.11-5.13

参考資料：

- IPCC. (2007). AR4 WG I: the Physical Science Basis, Chapter 11 Regional Climate Projections.
- IPCC. (2007). AR4 WG II: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Chapter 10 Asia.
- Ministry of Environment, Government of Nepal. (2010). National Adaptation Programme of Action (NAPA) to Climate Change.
- Ministry of Population and Environment, Government of Nepal. (2004). Initial National Communication to the Conference of the Parties of the United Nations Framework Convention on Climate Change.
- 外務省. (2011). ネパール連邦民主共和国: <http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/nepal/index.html>

## 第5章 パキスタンにおいて予測される

### 気候変動の影響

パキスタン（以下、「パ」国）は、南アジアに位置する。「パ」国は様々な高度と地形に富んでいるため、気候、自然環境、社会経済も多様である。国土は北部では温暖で冬期に雨が多く夏期は乾燥しているが、西部と南部では半乾燥あるいは乾燥地域である。気温は北部の山脈地域では-26°Cまで下がるが、中部の乾燥した平原地帯では52°Cにまで上がる。北東部の山脈および高高度地帯では年降水量が1,700 mmにもなり、そのうち1,000 mm以上は夏期のモンスーンである。他方、南西部バロチスタンの極度に乾燥した平原地域では年降水量は30 mmに過ぎない。

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）が2007年に発表した第4次報告書に代表されるように、近年の様々な研究により「パ」国における気候変動による影響が色々と明らかになってきた。季節的な降水量は気候変動による影響を受けると思われるが、年降水量に関しては全球気候モデルによっては予測結果が異なり不明確な部分が多い。

気候変動による「パ」国各分野の予想される影響は以下の通り。

#### (1) 水循環

- 季節的な降水量は影響を受けると思われる。
- 塩水侵入による飲料水の劣化が懸念される。

#### (2) 農業および食料

- 作物は熱ストレスを受ける。特にコムギ、コットン、マンゴー、サトウキビは気温が生育適温範囲をかなり上回ることから、影響が懸念される。
- 中部および南部は乾燥しており夏期には40°Cを超える様な気候であり、気温のわずかな上昇でも作物生産の可能性境界に影響を与える懸念がある。
- 降雨変化を伴う気温上昇により、亜湿潤、半乾燥、乾燥気候地域では灌漑における純用水量が増加すると思われるが、湿潤地域では大きな影響は見られないと思われる。
- 作物の冷却用の水使用が作物生産における重要な要素になる可能性がある。
- 気温上昇により作物が早熟し、生育期間が短くなることが考えられる。
- 水質の低い地下水の使用が増加し、塩類集積が発生する可能性がある。
- 二酸化炭素濃度の上昇により飼葉の食味や栄養分が低下する恐れがある。これは中部および南部地域のように現在すでに飼葉の質が十分ではない低高度地域の牧草地において起こりやすいと思われる。

---

(3) 沿岸地域

- 「パ」国最大の都市であるカラチには、全人口の約 10%が居住し約 40%の製造業が集中している。カラチは沿岸に位置しており、海面上昇等の気候変動の影響が懸念される。
- マクラン海岸等西部の沿岸域では、沿岸域の各種の資産や農用地、居住地などが既に浸食の被害を受けており、これらの状況は海面上昇により悪化することが懸念される。浸食によるゆるい堆積物や、場所によっては大規模な堆積などは、漁業や航行にとって深刻な脅威となりうる。
- 海面上昇は沿岸地域に深刻な洪水被害をもたらすと考えられ、特に低地のデルタ地域は排水能力の低下が懸念される。また、強度が増した熱帯低気圧による高潮により、これらの被害が増大することが懸念される。
- 塩水が現在よりさらに上流域や奥地に入り込むことが懸念され、特に干ばつにより状況がひどくなることが予想される。帯水層も海水侵入により塩水化の影響が懸念される。

(4) 山岳地方

- 山岳地方では気温が上昇し土壌が乾燥してきていると思われ、干ばつも増えていると思われる。そのため高高度における融雪が増加して凍土が緩み、地滑りや雪崩が増加する恐れがある。

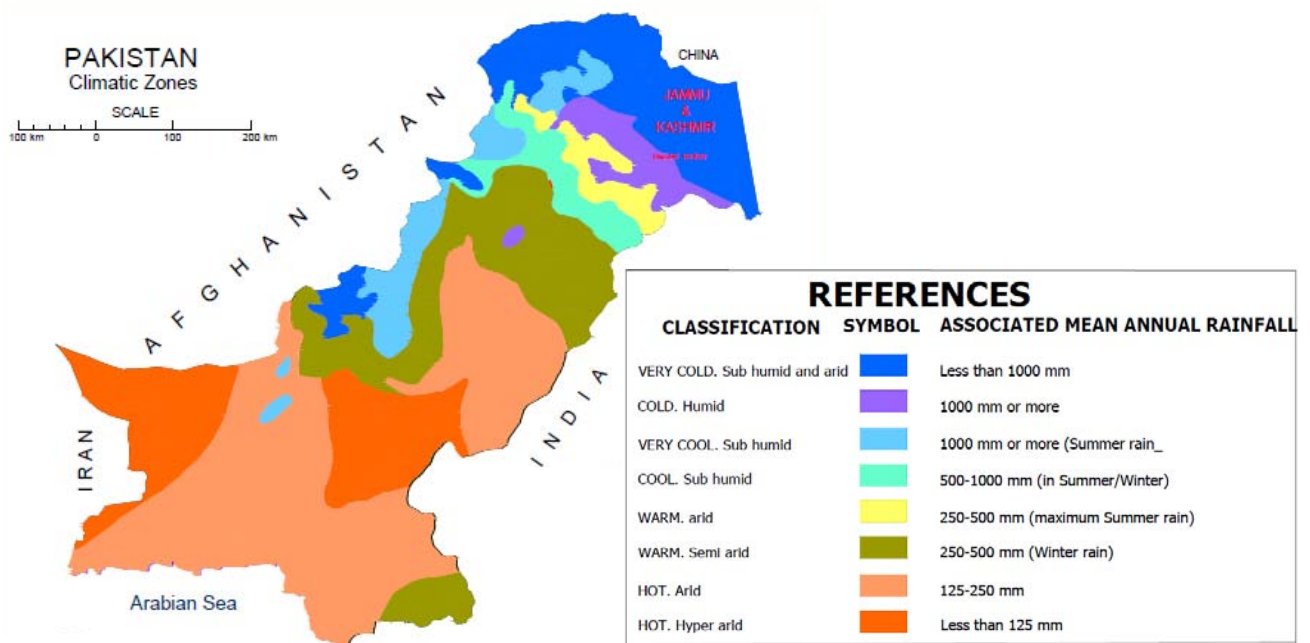
(5) 生態系

- 寒温帯性針葉樹は北方に移動し、寒帯針広混交林を更に北方に押し上げ、高山ツンドラの南端および低高度境界への侵入が起りうる。同様に、温帯針広混交林の北端も北方に移動し、温帯針広混交林の南端を押し上げると思われる。これらの北方への移動とともに、種の構成における変化も起りうる。
- 気温上昇と洪水量の増加により昆虫の休眠時間は減少する。また、夏期の長期化により生育期間開始が早まるため春期に雑草生育が増加し、森林における害虫や病原体が拡大する恐れがある。
- 沿岸域の海水における栄養分が激減し、海藻の生育に影響する恐れがある。
- 海面上昇により、既にバロチスタン海岸と所々において観測されているような、小型サンゴ礁における白化現象のリスク増大が懸念される。
- 湿地の植生は潮の干満による浸水期間が長期化するとともに、湛水により死滅する恐れがある。
- マングローブ生態系は、堆積レベルが海面上昇に追い付かないことが主原因となり、海面上昇に十分適応できないと思われる。堆積速度は流量変化により減少することが懸念され、浸食は悪化すると思われる。更に、気温上昇はマングローブの構成、広がり、生産性に影響を与え、降水量の減少は塩分ストレスの増加につながる。

(6) エネルギー

- 「パ」国の全電力需要の 34%を供給する水力発電は、年降水量と季節的な降水量の変化の影響を受けることが懸念される。

これらの気候変動により予想される影響を低減することが、「パ」国の気候変動適応策と言える。「パ」国でより効果的な適応策を実施するにあたっては、気候データや、温暖化により影響を受ける分野に関する基礎的データの蓄積、それらを有効に活用し適応策策定ができる人材の育成も重要な鍵となるため、人材育成、キャパシティ・ディベロップメントも支援を考えるべき重要な適応策の一つと考えられる。



図： パキスタンの気候区分

出典： Ministry of Environment, Government of Islamic Republic of Pakistan (2003), p.22, Exhibit 2.2

参考資料：

- IPCC. (2007). AR4 WG I: the Physical Science Basis, Chapter 11 Regional Climate Projections.
- IPCC. (2007). AR4 WG II: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Chapter 10 Asia.
- Ministry of Environment, Government of Islamic Republic of Pakistan. (2003). Pakistan's Initial National Communication on Climate Change.
- 外務省. (2011). パキスタン・イスラム共和国:  
<http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/pakistan/index.html>

## 第6章 バングラデシュにおいて予測される

### 気候変動の影響

バングラデシュ（以下、「バ」国）は、南アジアに位置する。「バ」国の国土は非常に低平であり、標高 30m を超すのは最北西部の一部しかない。地質的に国土は3つに分けられ、氾濫原（80%）、洪積台地（8%）、第三紀の丘陵（12%）から成る。高地を除くほとんどの地域、すなわち国土の 95% はモンスーン期の洪水被害にさらされている。北西部、中部、南央部、北東部は季節的な洪水被害の影響を受ける一方、沿岸平原は熱帯低気圧と高潮、そして塩水侵入・沿岸浸水の被害を受けている。バングラデシュはこのような自然環境に加え、貧困率も高く、気候変動に対し脆弱であるといえる。

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）が 2007 年に発表した第 4 次報告書に代表されるように、近年の様々な研究により「バ」国における気候変動による影響が色々と明らかになってきた。海面上昇の影響は河川流量の変化とともに「バ」国に負の影響をもたらすと思われる。

気候変動による「バ」国各分野の予想される影響は以下の通り。

#### (1) 水循環

- 降水は冬期に減少しモンスーン期に増加すると思われる。そのため、場所によっては冬期の干ばつやモンスーン期の洪水が悪化することが懸念される。
- 河床標高が高くなることにより、内陸部の洪水が悪化することが懸念される。海面上昇により河口での水位が高くなるため河川流速が遅くなり、河道内での堆砂が促進される。堆砂により排水が阻害されるため、低い氾濫原では河道変更が生じることも予想される。
- 河口部や地下水への塩水侵入の影響は、河川流量の減少や海面上昇、水没等により悪化することが懸念される。海面が 88 cm 上昇すると<sup>1</sup>、5 ppt 塩分濃度の上限が 60 km 北上すると予測されている。上水道および工業用水用の淡水は取水しにくくなることが懸念される。

#### (2) 農業および食料

- 沿岸農業は塩水侵入による大きな被害が懸念される。また、浸水期間が長期化することにより、農業生産性が悪化することが懸念される。
- 農業生産は様々な要因に影響を受ける。気温上昇、乾期における水分ストレス、塩

<sup>1</sup> IPCC SRES シナリオのモデルは、2100 年までの全球平均海面上昇は 0.09 ~ 0.88 m と予測している。

分侵入、洪水増加は生産性の減少をもたらし、二酸化炭素施肥効果は増収をもたらす。気温が 4°C 上昇するとコメおよびコムギの生産はそれぞれ 28%と 68%減少するが、同条件で二酸化炭素濃度が倍になればコメは 20%増収、コムギは 31%減収すると予想されている。

- 北東部の紅茶プランテーションは冬期の水分ストレスの影響が懸念される。

(3) 沿岸地域

- 沿岸域の河川と河口部において、河川流量の増加により河川堤防の浸食と河床標高変化がかなり増加すると思われる。
- 沿岸地域は長期周波や高潮を引き起こす強烈な熱帯低気圧の影響を現在頻繁に受けている。熱帯低気圧や高潮は気候変動により強度が増すことが懸念される。

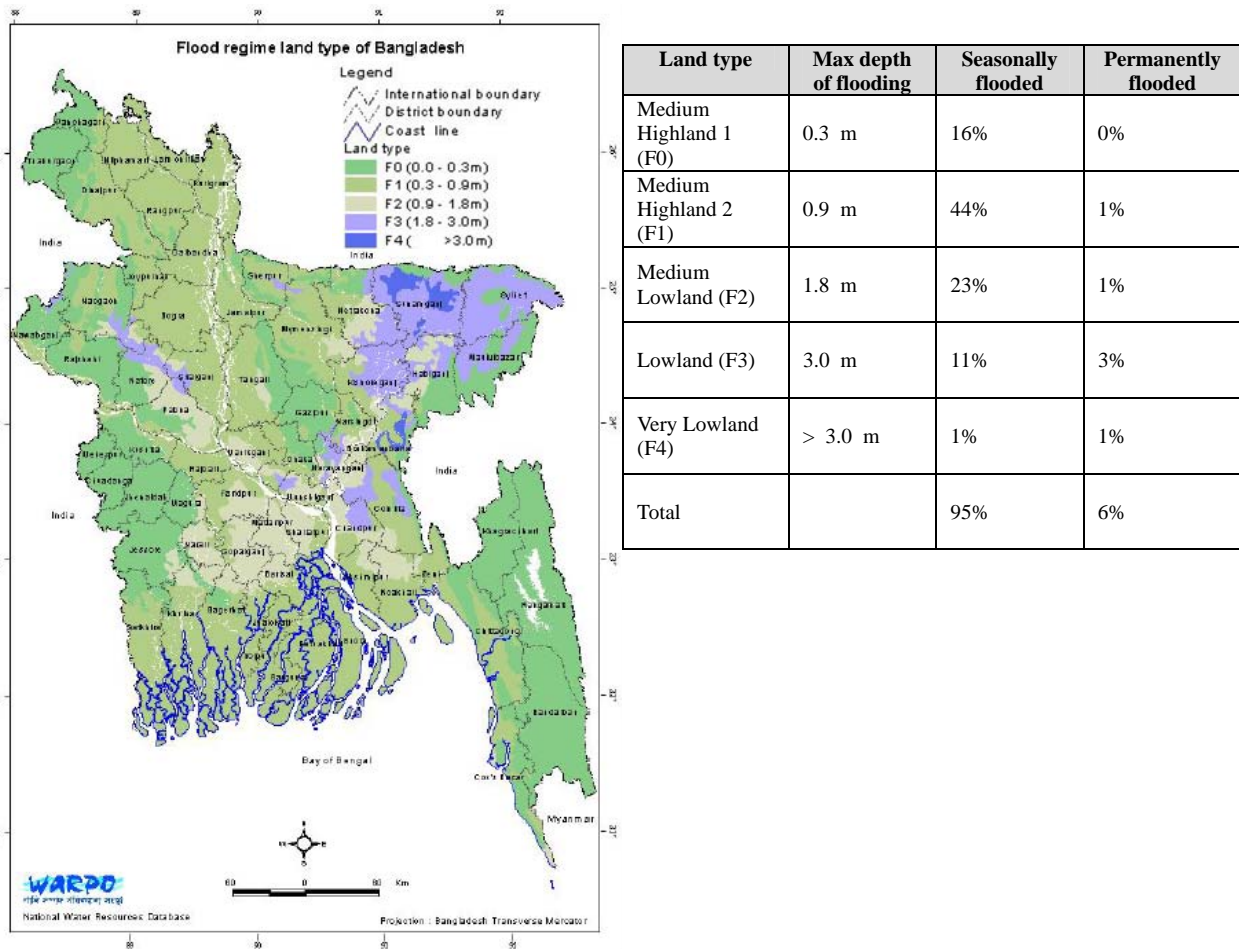
(4) 生態系

- モンスーン期の雨量が増加し、森林の表面流去が増えることにより、土壌浸食が悪化することが懸念される。
- 森林地域での洪水が長期化することにより、多種類の木々の生長が重大な影響を受けることが懸念される。一方、冬期の蒸発散の増加により水分ストレスが増加することが予想される。
- 冬期における蒸発散量の増加と河川流量の減少により、土壌塩分の増加が懸念される。そのため、耐塩性のない種の成長はかなり影響を受けるとと思われる。最終的には枝葉で森を覆い隠すような木々は、灌木や藪にとって代われ、森の生産性は著しく低下するであろう。
- 森林の劣化により、サンダーバンズの植物相および動物相の豊富な多様性は徐々に失われるかもしれない。

(5) 健康

- 夏期の猛暑により熱ストレスによる死亡が増えるかもしれない。
- 気温上昇と夏期の降水量の増加により、多数の伝染病が激しくなる、あるいは広がるのに適した状況が生み出されるかもしれない。
- 沿岸地域においては浸水被害が悪化すると思われる。浸水期間の長期化は水系感染症の可能性を増加させることが懸念される。

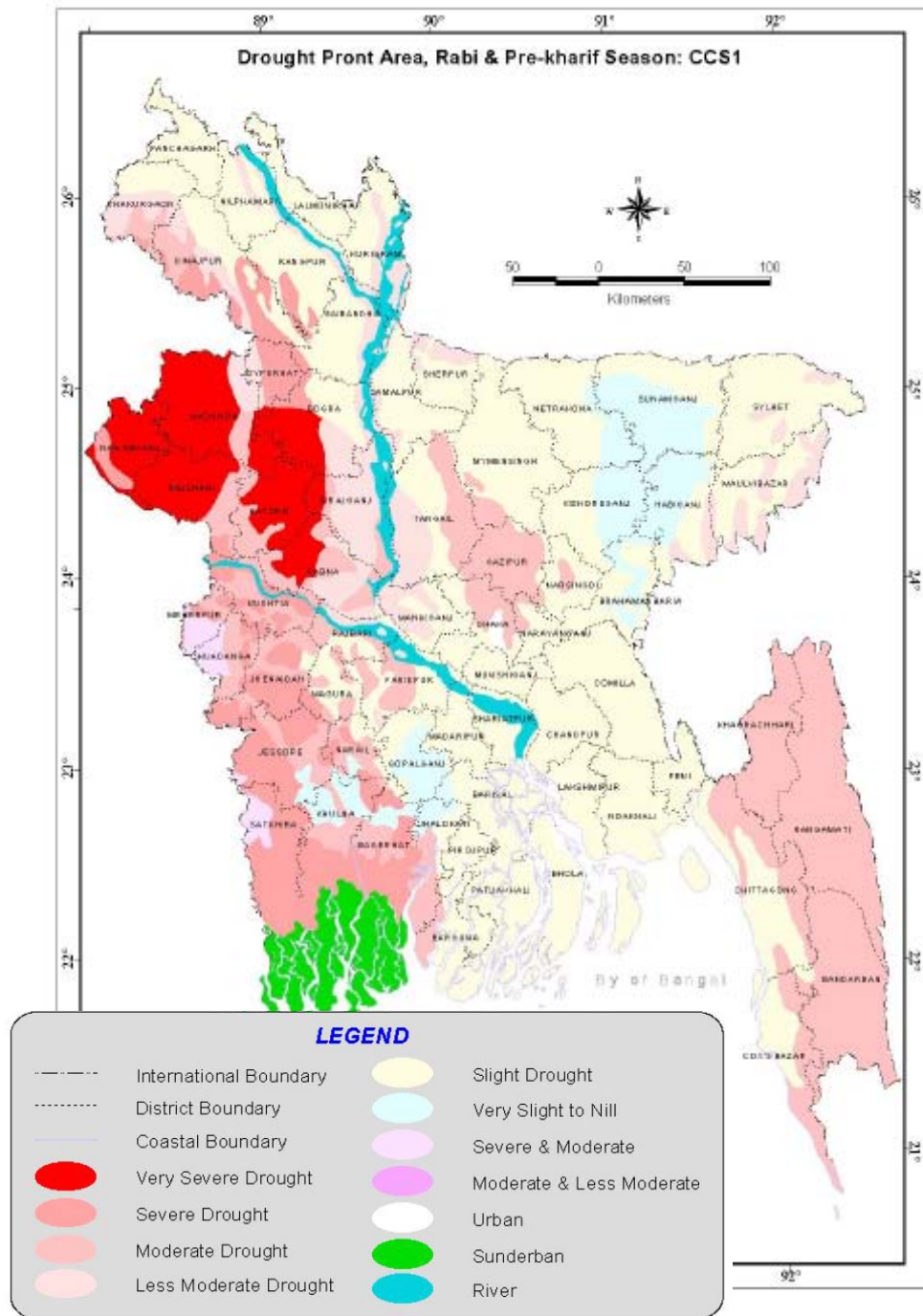
これらの気候変動により予想される影響を低減することが、「バ」国の気候変動適応策と言える。「バ」国でより効果的な適応策を実施するにあたっては、気候データや、温暖化により影響を受ける分野に関する基礎的データの蓄積、それらを有効に活用し適応策策定ができる人材の育成も重要な鍵となるため、人材育成、キャパシティ・ディベロップメントも支援を考えるべき重要な適応策の一つと考えられる。



図： 洪水状況と土地タイプの現況

出典： Ministry of Environment and Forest Government of the People's Republic of Bangladesh (2005), P.1, Figure-1





図： 干ばつ影響地域（2030年）

出典： Ministry of Environment and Forest Government of the People's Republic of Bangladesh (2005), p.15, Figure-6

参考資料 :

- IPCC. (2007). AR4 WG I: the Physical Science Basis, Chapter 11 Regional Climate Projections.
- IPCC. (2007). AR4 WG II: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Chapter 10 Asia.
- Ministry of Environment and Forest Government of the People's Republic of Bangladesh. (2005). National Adaptation Programme of Action (NAPA).
- 外務省. (2011). バングラデシュ人民共和国:  
<http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/bangladesh/index.html>

## 第7章 ミャンマーにおいて予測される

### 気候変動の影響

ミャンマー（以下、「ミ」国）は、東南アジア最大の国であり、インドシナ半島の西部に位置する。「ミ」国はモンスーン気候であり、モンスーン期の5月から10月にかけて多量の降雨がある。ベンガル湾とアンダマン海に面し、海岸線は2,000 kmにも及ぶ。国土は地形を大別すると、西部山地、中央低地、東部高原の3つに分けるとができる。

西部山地：2,000 m以上の山々が南北に連なっている。これらの山々の西斜面にある沿岸地域はベンガル湾に面し、インド洋からの南西モンスーンが山にぶつかることで年降水量は5,000 m以上にもなる。多数の河川が湾に流れ込んでおり、マングローブに覆われた島々や細長い入り江が発達した沿岸デルタ地帯は自然にあふれている。

中央低地：本地域は西部山地と東部高原の間に位置し、エーヤワディー川、チンドウィン川、シタン川の3つの流域から成る。南部地域は南西モンスーンにより降水量は豊富であるが、残りの西部山地の風下になる地域は比較的乾燥している。中央低地では森林を開拓した灌漑稲作地域開発がおこなわれており、薪需要の増加も伴って、深刻な森林劣化問題が生じている。沿岸部の低地はマングローブに覆われているが、頻繁に高潮被害を受けている。

東部高原：広大な高原地帯は標高1,500 m ~ 2,000 m位であり、マレー半島まで続いている。高原地帯は広大であるが、深い峡谷により分断されており、通信交通は阻まれ、多数の少数民族がそれぞれ固有の生活を営んできた。アンダマン海に面する海岸線は典型的な沈降海岸であり、沖合には800もの島々が散在する。マレー半島では西部山地と同様に降雨量は豊富であるが、北部地域はそれより少ないながら1,000 mm ~ 2,000 mmの降水量がある。

「ミ」国は既に気候変動影響による被害を被っているとみられるが、その中でも気候変動がもたらした極端現象として、2008年のサイクロン・ナルギスが象徴的である。サイクロン・ナルギスにより、134,000人ももの死者が出たとの報道がある。

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）が2007年に発表した第4次報告書に代表されるように、近年の様々な研究により「ミ」国における気候変動による影響が色々と明らかになってきた。しかしながらUNFCCCにて規定されている国別報告および国別適応計画のいずれも提出されていないため、気候変動影響の詳細な評価結果は入手できない状況である。以下に記す「ミ」国における気候変動による影響は、IPCC第4次報告書から解釈したものである。

- 
- (1) 水循環
    - インド洋で発生するモンスーン低気圧と熱帯サイクロンはモンスーン期に変調を及ぼすと思われる。モンスーン期の降水は増加し、それ以外は減少すると思われる。豪雨における降雨強度は増加するであろう。そのため、土壌浸食が起これり河川の堆砂が進み、モンスーン期の洪水が増加することが懸念される。
    - エルニーニョ現象によるモンスーン期の降水減少は緩和され、ラニーニョ現象によるモンスーン期以外の降水量増加影響は変わらないであろう。
  - (2) 農業および食料
    - 降水が不規則になり、天水稲作には悪影響が懸念される。
    - 気温が2.5 以上上昇する場合、天水農業の生産性は著しく低下すると思われる。灌漑の必要性が増すと考えられる。
  - (3) 沿岸地域
    - 海面上昇に加え、高潮の威力が増すことが考えられ、沿岸地域に甚大な被害をもたらすことが懸念される。
  - (4) 生態系
    - 豊富なマングローブ林は海面上昇と高潮により負の影響を受けるであろう。
    - 多数の植物種と脊椎動物が絶滅する恐れがある。
    - 気温上昇のため森林火災発生が増加することが懸念される。
  - (5) 健康
    - 浸水が長期化することにより水系感染症がひどくなることが懸念され、特に沿岸地域では海面気温の上昇の影響も受けられる。
    - ミャンマーで死因の第一位であるマラリアの被害地域が、気温の上昇に伴い更に高地にまで広がる懸念される。

これらの気候変動により予想される影響を低減することが、「ミ」国の気候変動適応策と言える。しかしながら、適応策の第一歩として、先ず「ミ」国における気候変動影響に関する調査を実施することが必要である。

---

参考資料：

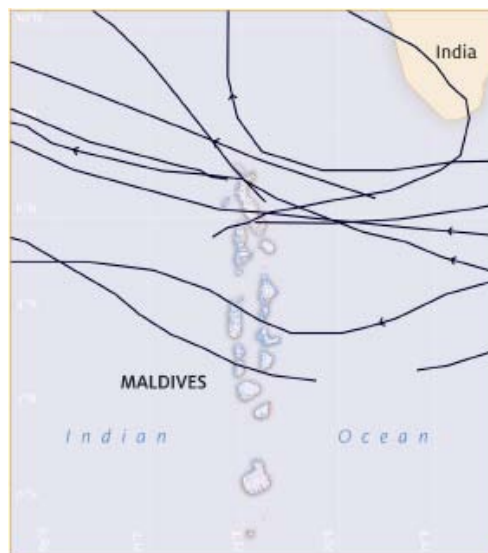
- IPCC. (2007). AR4 WG I: the Physical Science Basis, Chapter 11 Regional Climate Projections.
- IPCC. (2007). AR4 WG II: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Chapter 10 Asia.
- JICA. (2000). ミャンマー連邦 中央乾燥地砂漠化対処環境造林計画予備調査報告書
- JICA. (2008). ミャンマー連邦マラリア対策計画基本設計調査報告書
- (社) 海外農業開発コンサルタント協会. (1995). 国別農業農村開発情報収集調査報告書：ミャンマー連邦
- 外務省. (2011). ミャンマー連邦共和国:  
<http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/myanmar/index.html>

## 第8章 モルディブにおいて予測される

### 気候変動の影響

モルディブ（以下、「モ」国）は、インド洋に浮かぶ 1190 の島々と 20 の環礁から成る島嶼国である。このうち 199 の島に約 30 万人が居住している。国土のうち、海拔が最も高いところで 2m しかない。環礁群においては、生体種の種類が世界で最も豊富であり、世界で 7 番目の規模のサンゴ礁が国土全体を取り巻き、毎年 50 万人の観光客が訪れる。海洋資源を中心とした観光産業は「モ」国経済成長の原動力であり、同国 GDP の約 70% を占める。

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）が 2007 年に発表した第 4 次報告書に代表されるように、近年の様々な研究により「モ」国における気候変動による影響が色々と明らかになってきた。IPCC の 6 つの SRES モデルによると全球レベルでの海面上昇は 0.19-0.58 m と予測され、一方「モ」国付近では今世紀中に 50cm 程度の海面上昇が予測されている。インド洋での海面気温は 0.51 から 3.77°C 上昇し、「モ」国付近では年間最高気温が今世紀中に 1.5°C 上昇すると予測されている。2001 年には 20 年確率の最高気温が 33.5°C であったが、この程度の気温上昇がさらに頻繁に観測されることが予想される。「モ」国付近では、年間雨量が夏期（6～8 月）に増加することが予測される一方、年間を通じての降雨強度の変化については不明で、サイクロン（熱帯性低気圧）からの最大風速は将来増加することが予想されている。「モ」国は、その地理的位置からサイクロンが通過する地域に位置しており、過去の記録からは主に北方の島々を通過する傾向がある（図参照）。海面上昇に伴って、ほとんどの島々で潮汐氾濫が発生することが予想されるとともに、中小規模の島々では高潮により完全浸水が頻発することが予想される。



図：「モ」国におけるサイクロンの軌跡(1877-2004)

出典：Ministry of Environment, Energy and Water, Republic of Maldives 2007 p. 17, Figure 4.5.

気候変動による「モ」国各分野の予想される影響は以下の通り。

#### (1) 水循環

- 海面上昇および高潮の影響により、飲料水以外の生活用水として利用されている地下水の塩水化が懸念される。
- 夏期の降水量は増加する可能性があるが、年間の降雨強度の変化により、飲料用として全人口の 90% の世帯が依存している雨水集水に悪影響が生じる可能性がある。
- また、海面上昇および高潮により、コミュニティおよび各世帯に設置されている貯水タンクが浸水し、給水状態を悪化させる可能性がある。

## (2) 農業および食料

- 脆弱な土壌、限られた耕作可能地、水源不足等、国土の特性から、「モ」国農業はすでに負荷が掛っている。
- 気候変動による深刻な影響として、作物に対する熱負荷、土壌水分量および温度の変化、表土流失による土壌肥沃度の低下、限られた農業用水、帯水層レベルの変化、地下水の塩水化、海面上昇による耕地面積の縮小などが考えられる。
- 輸入食糧への高い依存度に加えて、海面上昇や高潮による浸水は、作物、農場、家庭菜園、植生等あらゆる植生に影響を与える。
- マグロは「モ」国の主要産品である。マグロの生き餌漁法が気候変動により影響を受ける可能性がある。すなわち、餌となる小魚は主にサンゴ礁に生息しており、海面気温や二酸化炭素濃度の上昇によりサンゴ礁に関連する生態系に悪影響を及ぼす可能性がある。

## (3) 沿岸地域

- 沿岸に近接するインフラは、海面上昇、サイクロン、高潮等に対して脆弱である。
- 国内のリゾート区域には最低 350 の栈橋があり、ふたつの国際空港は沿岸まで 50m 以内にある。
- 発電設備の 80%、廃棄物処理施設の 90%は沿岸から 100m 以内または環礁の外側(大洋側)に存在し、通信インフラの 75%も沿岸から 100m 以内にあるため、気候変動に対する脆弱性が高い。
- インフラ整備における設計・施工に関しては気候変動による危険性は考慮されておらず、海面上昇や極端現象により、空港をはじめ港湾、防波施設、観光施設、病院、学校、光熱施設等あらゆるインフラが影響を受けるリスクを抱えている。

## (4) 生態系

- 自然に対して脆弱な島嶼国にとって、岩礁は海水に対する防護壁的な役割を担っている。観光と漁業という「モ」国の二大産業はサンゴ礁に依るところが大きく、GDP の約 8 割を占める。岩礁は食糧の供給源であるとともに、建設用資材に活用されているサンゴ砂の供給源でもある。
- 海面気温の上昇により「モ」国の経済活動の鍵であるサンゴの白化現象を増幅させる可能性がある。1998 年のエルニーニョ現象では、4 月半ばにサンゴの白化現象がはじめて報告され、約 1 か月間悪化したのが 5 月終わりには回復が見られた。
- 海面気温および二酸化炭素濃度の上昇により、サンゴの石灰化率が低下し、サンゴの生育が遅滞することが懸念される。2050 年までに石灰化は 14-30%低下すると予測されている。

## (5) 健康

- 気温および降雨パターンの変化によりデング熱や草原熱等の生物媒介疾患の蔓延が懸念される。かつてデング熱が流行した際、その原因として ENSO (エルニーニョ南方振動) が関連していたという事実が報告されている。

- 
- 湛水により下水・排水システムが麻痺して、赤痢等の水系疾患の危険性が高まる。
  - 医療機関へのアクセス、医療機関の質、人口密度、所得レベル、乳幼児の栄養レベル等の地域毎の特性によっては、健康に対する危険性はさらに悪化すると思われる。乳幼児の栄養レベルについては、環礁によって異なるが、2004年には5歳以下の低体重児の割合は27%であった。2015年においても1/4程度が低体重児のままとなることが予測されている。

これらの気候変動により予想される影響を低減することが、「モ」国の気候変動適応策と言える。「モ」国でより効果的な適応策を実施するにあたっては、気候データや、温暖化により影響を受ける分野に関する基礎的データの蓄積、それらを有効に活用し適応策策定ができる人材の育成も重要な鍵となるため、人材育成、キャパシティ・ディベロップメントも支援を考慮すべき重要な適応策の一つと考えられる。

参考資料：

- IPCC. (2007). AR4 WG I: the Physical Science Basis, Chapter 11 Regional Climate Projections.
- IPCC. (2007). AR4 WG II: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Chapter 16 Small Islands.
- Ministry of Home Affairs, Housing & Environment, Republic of Maldives. (2001). First National Communication of Republic of Maldives to the UNFCCC.
- Ministry of Environment, Energy and Water, Republic of Maldives. (2007). National Adaptation Programme of Action.
- World Bank. (2011). Countries and Regions: Maldives: <http://go.worldbank.org/M3XBP80UG0>
- 外務省. (2011). モルディブ共和国: <http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/maldives/data.html>



## 第9章 ブラジルにおいて予測される

### 気候変動の影響

ブラジル（以下、「ブ」国）は南米最大の国であり、世界では第5位の国土を有する。その広大な国土の中には世界でも珍しい植物相や動物相が見られ、しかも地域により様々な種類がある。北部のアマゾン地域は熱帯雨林気候もしくは熱帯モンスーン気候であり年降雨量は3,000 mmにもなり、世界で現存する熱帯雨林のおよそ30%が存在する。北東部は主にセラードとカアチンガの2つの生物群系から成る。セラードはサバナ気候で年降雨量は1,000～1,200 mm、カアチンガは半乾燥のステップ気候で年降雨量は500 mmを下回り、更に海岸部では熱帯雨林気候の地域もある。南部は温暖湿潤気候で年降雨量は1,250～2,000 mmであり、北部や北東部とは異なり季節によって温度変化がある。「ブ」国は農業大国として知られる一方、80%を超える高い都市化率でも有名である。

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）が2007年に発表した第4次報告書に代表されるように、近年の様々な研究により「ブ」国における気候変動による影響が色々と明らかになってきた。また、「ブ」国政府も自国における気候変動の影響に関する調査を行ってきており、その最新の結果は2010年の第二次国別報告書においてUNFCCCに報告されている。

気候変動による「ブ」国各分野の予想される影響は以下の通り。

#### (1) 水循環

- アマゾンおよびセラードにおける年降雨量は減少すると思われ、特に7～8月が顕著である。
- エルニーニョ現象はモンスーン気候に強い影響を与えており、エルニーニョが発生すると降雨不足の極端現象が発生し、その結果、地域河川の流量が減少している。エルニーニョ現象と気候変動の関係は未だ不確かであるが、地球規模の気温変化は様々な環境変化につながり、地球規模の水循環を激化すると思われることから、注意が必要である。
- 河川は、灌漑・上水道・水力発電・下水道の希釈など、様々な利用に供せられているため、気候変動によりセクター間での水争いの増加が懸念される。セアラ州では地表の貯留水の利用量がかなり減少し、2025年以降は水需要と水供給の不均衡が拡大することが懸念される。

#### (2) 農業および食料

- ブラジルの主要作物9種の内、サトウキビを除き、コットン、ヒマワリ、コーヒー、

---

コメ、マメ、トウモロコシ、ダイズは深刻な減収になる懸念があり、キャッサバは増収の傾向を見せているが、主食としている北東部では栽培面積が減少する恐れがある。なお、これらの予測においては、病害虫や極端現象など大幅に予測結果を変更しうる要素については考慮していない。

- 将来、コーヒーハモグリバエやネコブセンチュウなどの害虫が農場で増加する懸念がある。また、コムギの赤かび病に関するリスクも増加する恐れがある。
- 世界最大の肉輸出国である「ブ」国で優勢なゼブ牛は、欧州牛に比べ高温ストレス下での体温調整に優れており、比較的影響が少ない。
- 熱ストレスにより養鶏では固体体重の減少や大量死などにより、生産性が減少する。

(3) 北部（アマゾン）および森林

- 将来的なアマゾンにおける年および季節別の平均降雨量変化は未だ不確実である。
- 土壌水分の減少を伴う気温上昇により、アマゾンの一部の熱帯雨林はサバナに徐々に取って代わられるかもしれない。アマゾン全域において生態系と生物群系の変化や減少がみられると考えられるが、特にアマゾン低地北東部において顕著であると思われる。
- 気温上昇および干ばつの頻発により、アマゾンの森林は水分を失うため火事に対して脆弱になり、森林損失が深刻になるかもしれない。森林火事はアマゾンの植生に対して強い負の影響を及ぼすであろう。
- アマゾンにおける森林損失により地域は更に暑く乾燥し、南米の広大な地域における降雨に変化をもたらすと思われる。アマゾンにおける蒸発散は雨として還元され、アンデス山脈を通り、ブラジルの南中部、南東部、南部にまで至っている。
- 現在生育上の最低気温や降雨量などにより生育が限定されている森林や、二酸化炭素施肥効果による生産性増加により、森林の種類によっては気候変動により性的影響を受けるものもありうる。
- アマゾン地域における降雨現象と気温上昇による健康面での影響は、主として次の4つに大別することができる：良質な水へのアクセスの悪化、生活に必要な採取物の減少、森林火災の煙吸入の増加、マラリアやリーシュマニア症などの地方伝染病のサイクルの変化、である。また、干ばつ時には、小河川沿いに住む住民たちが孤立し、緩流水域が干上がることによって十分な水や魚も得られなくなる恐れがある。

(4) 北東部（サバナおよび半乾燥地域）

- 北東部には2千万人が住んでおり、世界で一番人口密度の高い乾燥地域である。この地域は、「ブ」国の中で乳幼児死亡率が最も高く、平均寿命が最も短い地域でもある。
- この脆弱な地域における気候変動の健康面への影響には、水不足、乳幼児の感染性下痢症などの悪い衛生状態に起因した疾病、栄養不足を引き起こす食料保障の悪化などがある。
- 歴史的にみて、水不足により地域から都市部への移入が将来的に増加すると思われる。

る。貧困層と自作農が最も影響を受けると思われる。

- 水供給は北東部の人口の大部分で問題になると思われ、またこの問題は頻発するようになると思われる。
- 気温が2℃上昇すると、2050年までにセラードの138の樹木種のうち1/4が絶滅するかもしれない。
- カアチンガはブラジルにのみ存在する生物群系であり、特殊な生物相と動物相が存在し地上の他の部分では見られない固有種もたくさん存在するところであるが、大部分は既に異常気象の影響を受けている。カアチンガは21世紀末にはサボテンが優勢な典型的な乾燥地域の植生にとってかわられているかもしれない。

#### (5) 都市部

- 都市部の拡大は主に郊外で発生し、不法居住や建屋が作られたり、洪水氾濫原や不安定な土壌など自然によるプレッシャーが大きい地域である。一般に低収入の住民が、谷間の低部や水面と急峻な崖の合間の草地、スラムや維持管理が行き届いていない悪化した場所など、危険な地域に集中している。豪雨の回数が増加するに伴い洪水や地滑りのリスクが増加し、住民、特に貧困民は負の影響を被ることが懸念される。
- 将来的な気温上昇は都市部のヒートアイランド現象と相まって、特に大都市部の健康面に大きな影響を及ぼし、高血圧の人々の健康状態を悪化させることが懸念される。
- 大気汚染により呼吸器疾患や心臓病、新生児死亡などによる入院が増える。大気汚染は、特に大気の気温逆転が頻繁に起こり汚染物質を閉じ込める傾向がある冬期の乾燥時に起こりやすい。気温上昇により、本現象が強まることが懸念される。
- 海面上昇により、都市部低地の建築物の放棄や、沿岸域の住民の立ち退き、海岸に設置されたサービスセンターの移動などが発生する懸念がある。
- 沿岸都市の汚水は現在、地下の下水管により集められ無処理のまま海に流されている。下水の流れは現在の海水面に合わせて設計されているため、将来の海面上昇によりシステムが機能しなくなる恐れがある。

#### (6) 沿岸地域

- 東方からの激しいしぶきを伴う波と強烈な雨は、海面上昇の影響も加わり、沿岸域全体に多大な被害をもたらすかもしれない。また、南部および南東部は将来的な気候変動による温帯低気圧の強大化のリスクがある。沿岸地域における気候変動による影響は、以下のように予測されている。
  - 沿岸浸食
  - 海岸浸食対策工への被害
  - コンクリート構造物（建築物および海洋構造物）や歴史的記念物への塩水噴霧影響
  - 港湾やターミナルへの構造的被害および運営被害
  - 沿岸市街地における都市化事業への被害

- 
- 衛生事業に関する構造的被害および運営被害
  - 埋設管の露出現象や露出管への構造的被害
  - 海岸や海食崖における地滑り
  - 淡水取水に影響を及ぼす塩水の河口や帯水層への侵入
  - マングローブ林と魚相の変化、およびそれに起因する渡り鳥を含む鳥類への影響
  - 塩分の非平衡に起因する淡水減少により生ずる生態系への被害
  - サンゴ礁への被害

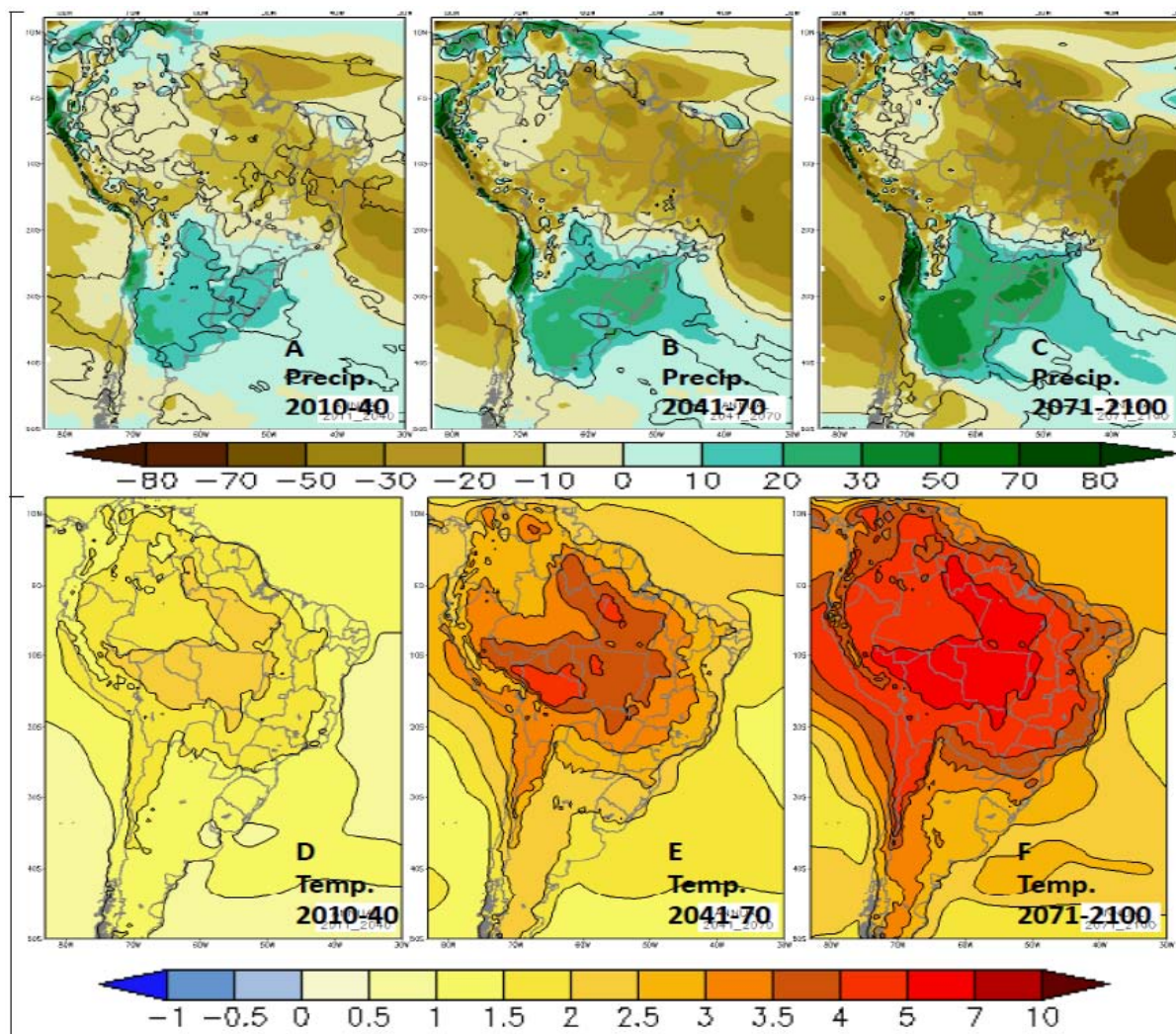
(7) エネルギー

- パラナ川流域には「ブ」国内で稼働中の水力発電の 50%以上の施設容量があると同時に、河川水は最も人口密度の高い本流域における都市利用及び地域利用にも供されている。そのため、水力発電プラントでは水流を水利用や洪水防御のために制御している。気候変動により利用可能水量や洪水は悪化し、水争いにつながる恐れがあるため、水力発電に関し注意が必要である。

(8) 健康

- 気候変動に関連する地方固有の伝染病として、マラリアとデング熱が最も重要であるが、地域によって増減があると思われる。SRES 排出シナリオおよび社会経済シナリオによっては、アマゾンのように降雨減少が予測される地域では、マラリア感染期間の減少が予測されている。
- アマゾン、半乾燥地域、都市部における気候変動関連の健康問題はそれぞれ異なるため、各セクションにおいて説明している。

これらの気候変動により予想される影響を低減することが、「ブ」国の気候変動適応策と言える。「ブ」国でより効果的な適応策を実施するにあたっては、気候データや、温暖化により影響を受ける分野に関する基礎的データの蓄積、それらを有効に活用し適応策策定ができる人材の育成も重要な鍵となるため、人材育成、キャパシティ・ディベロップメントも支援を考慮すべき重要な適応策の一つと考えられる。



Source: MARENGO et al., 2010a.

図： 2010～2100年（A1Bシナリオ）における南米の降雨量変化（％）と温度変化（℃）。1961～1990年対比。HadCM3予測の40 km四方解析結果、Eta-CPTCモデルによる生成

出典： MARENGO et al. (2010a) (Ministry of Science and Technology, The Federative Republic of Brazil (2010), p.393, Figure 1-3)

参考資料：

- IPCC. (2007). AR4 WG I: the Physical Science Basis, Chapter 11 Regional Climate Projections.
- IPCC. (2007). AR4 WG II: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Chapter 13 Latin America.
- Ministry of Science and Technology, the Federative Republic of Brazil. (2010). Second National Communication of Brazil to the United Nations Framework Convention on Climate Change.
- 外務省. (2011). ブラジル連邦共和国: <http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/brazil/index.html>

## 第 10 章 コンゴ民主共和国において予測される

### 気候変動の影響

コンゴ民主共和国（以下、「コ」国）はアフリカ中央部に位置している。気候区分は大きく 4 つに分けられ、熱帯雨林気候のコンゴ盆地を取り囲むように熱帯モンスーン気候地域、サバナ気候地域があり、南部地域は温帯夏雨気候に属している。「コ」国では 1990 年代のほとんどの期間は内戦が続き、様々なインフラが破壊された。未だ完全な復興には至っておらず、気候変動に対して脆弱である。東部地域に至っては政治的にかなり不安定な状況のままである。

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）が 2007 年に発表した第 4 次報告書に代表されるように、近年の様々な研究により「コ」国における気候変動による影響が色々と明らかになってきた。また、「コ」国政府も自国における気候変動の影響に関する調査を行ってきており、その最新の結果は 2009 年の第二次国別報告書において UNFCCC に報告されている。しかしながら、降水変化の予測については、現在複数の GCM による結果が一致しておらず、統一見解はない状況である。

気候変動による「コ」国各分野の予想される影響は以下の通り。

#### (1) 水循環

- 降水量および降雨パターンの変化が予想される。概して、一度の降雨における降雨強度が増すとともに、年間降水量は増加すると予想される。
- 降水量の増加に伴い、コンゴ川の流量は増加すると考えられる。
- 降雨強度の増加と洪水の影響により、人的被害や浸食、そして基礎的な社会インフラや家屋への被害拡大が懸念される。

#### (2) 農業および食料

- 作物生育に関して特段の影響は予想されていない。しかしながら、以下の点には注意が必要である。
- トウモロコシの開花期における干ばつリスクを軽減するため、作付時期の再検討が必要である。
- バナナの生育最適気温は 28℃前後であり、35～40℃に達すると生育不良が起こる。
- ラッカセイ栽培においては、温度上昇は良い影響をもたらすと予想される。
- 沿岸域の低農地は、洪水と海水上昇による影響を受けると予想される。特にボマムアンダ間の国道沿いにある果樹園は被害が懸念される。
- マテバ島に代表されるコンゴ川下流域内の島々の有畜農業への被害が懸念される。

(3) 沿岸地域

- 海岸線の後退は現在も観測されているが、気候変動の影響によりさらに悪化することが懸念される。
- マングローブ林は薪にするため現在も伐採が続いており、海岸浸食を引き起こしている。気候変動による洪水の増加、海面上昇および高潮により、海岸浸食がさらに進むことが懸念される。
- ボマのインフラおよびボマ - ムアンダ間の湿地帯における道路・橋梁は、洪水の増加による被害が予想される。
- 沿岸域の生活環境の悪化に加え、この地域では人口増加傾向にあるため、背後地への移住が進むと考えられる。他のコミュニティが保有している土地の占拠等の社会問題が引き起こされることが懸念される。

(4) 生態系

- 現在沿岸域の生態系は、マングローブ林の伐採と海底油田からの採油時のオイル漏れなどにより、影響を受けている。これらの影響に加え、気候変動状況下では海面上昇に伴う海水浸水によるマングローブ林の被害が起り、豊富な野生生物の棲み処である湿地帯の消滅が懸念される。

(5) 健康

- 海面上昇に伴い、低地では排水状況が悪化するため、水系感染症の増加が懸念される。
- 過去の低地におけるマラリア発症の傾向をみると、エルニーニョ・南方振動 (ENSO) による少雨と最低気温の上昇に強い相関を有する。気候変動による ENSO 影響の増加と最低気温の上昇により、マラリア発症の状況が悪化することが懸念される。

これらの気候変動により予想される影響を低減することが、「コ」国の気候変動適応策と言える。「コ」国でより効果的な適応策を実施するにあたっては、気候データや、温暖化により影響を受ける分野に関する基礎的データの蓄積、それらを有効に活用し適応策策定ができる人材の育成も重要な鍵となるため、人材育成、キャパシティ・ディベロップメントも支援を考えるべき重要な適応策の一つと考えられる。

参考資料 :

- IPCC. (2007). AR4 WG I: the Physical Science Basis, Chapter 11 Regional Climate Projections.
- IPCC. (2007). AR4 WG II: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Chapter 9 Africa.
- Ministère de l'Environnement, Conservation de la Nature et Tourisme, the Democratic Republic of the Congo. (2009). Seconde communication nationale à la Convention Cadre sur le Changement Climatique.
- University of Veterinary Medicine Vienna. (2011). Website World Maps of the Köppen-Geiger climate classification updated: <http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/>
- World Bank. (2011). DR of Congo: Country Brief: <http://go.worldbank.org/VU4KGZ3JX0>
- 外務省. (2011). コンゴ民主共和国: <http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/congomin/index.html>



## 第11章 タンザニアにおいて予測される

### 気候変動の影響

タンザニア（以下、「タ」国）はアフリカ東部に位置し、インド洋に面している。「タ」国は世界でも有数の野生王国であり、12か所の国立公園、ンゴロンゴロ保護区当局、23か所の禁猟区、44か所の狩猟制限区を有しており、これらの保護区は国土の38%にもなる。「タ」国のほとんどはサバナ気候であり、一部地域において熱帯モンスーン気候（海岸地域の北部）、ステップ気候（中央部）である<sup>1</sup>。この気候条件が現在の生態系を形作っている。「タ」国では農畜産が経済活動の中心を占めており、労働人口の80%の生活とGDPの半分以上を担っている。しかしながら、このセクターは気候変動に対して脆弱である。

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）が2007年に発表した第4次報告書に代表されるように、近年の様々な研究により「タ」国における気候変動による影響が色々と明らかになってきた。キリマンジャロ山頂の冠雪はすでに気温上昇の影響を受けており、2020年までには無くなると予測されている。「タ」国における季節的及び地理的な気候の変化に関する研究は進んできているが、特に降水量の変化については未だ不明確な部分が多い。

気候変動による「タ」国各分野の予想される影響は以下の通り。

#### (1) 水循環

- 降水量は全土にわたって増加すると思われるが、特に東部および南部では季節的な減少が起こる可能性がある。
- 河川流量は降水量変化の影響を受け、水利用面に影響を及ぼしたり、水力発電所、河川沿いの農場、居住地等の社会インフラへの被害を及ぼす懸念がある。

#### (2) 農業および畜産業

- 気温上昇と二酸化炭素施肥効果は、農作物生産量を増加させる効果がある。しかしながら降水の減少と気候変動で引き起こされる病虫害の発生は、生産性を損なう恐れがある。
- 気温の上昇により農業生態系が変化することが予想される。多年生作物地域は一年生作物に適した地域になる可能性がある。半乾燥地域の天水による作物／家畜混合システム内の農地が、2050年までに20%以上の生長期間の減少を経験する恐れがある。
- 牛は高温に強くないため、気温上昇の影響が懸念される。

<sup>1</sup> ケッペンの気候区分による

- 降水量の増加は草地から林地への転換を促し、また作物栽培への転換を促す恐れがあり、畜産業への影響が懸念される。
- 家畜にとり食味の良い種から成る群葉は食べつくされてしまい、もっと気候変動に対して耐性のある種に置き換わる可能性がある。降水量の増加は群葉の生長を促すが、成長につれて木質化が起こりたんぱく質含有量の低下を起こすかもしれない。そのため、草地の牧養力が損なわれる可能性もある。
- 睡眠病やナガナ病などの家畜の病気の媒介生物である寄生バエの生息域は、植生が増加し繁殖適地が増加することで広がる懸念がある。
- 特にタンガニーカ湖などでは漁獲高の減少が懸念される。

### (3) 沿岸地域

- 「タ」国の海岸線は約 800km にわたっており、海面上昇の影響を受ける懸念がある。土地損失は海面上昇幅が 0.5m と 1.0m の場合、それぞれ 247 km<sup>2</sup> と 494 km<sup>2</sup> になると見積もられる。
- マングローブ、続いて砂や泥の干潟が気候変動に対し脆弱である。1.0m の海面上昇時に損失すると想定される 494 km<sup>2</sup> の内、マングローブ地域が 258km<sup>2</sup>、干潟が 105km<sup>2</sup> である。
- 海面上昇により帯水層やルフイジ・デルタのようなデルタ地域への塩水親友が懸念される。
- 海面上昇による海岸域の洪水増加が懸念される。
- 海岸域はエルニーニョ・南方振動の頻度や強度の変化やサンゴ白化現象による影響が懸念される。

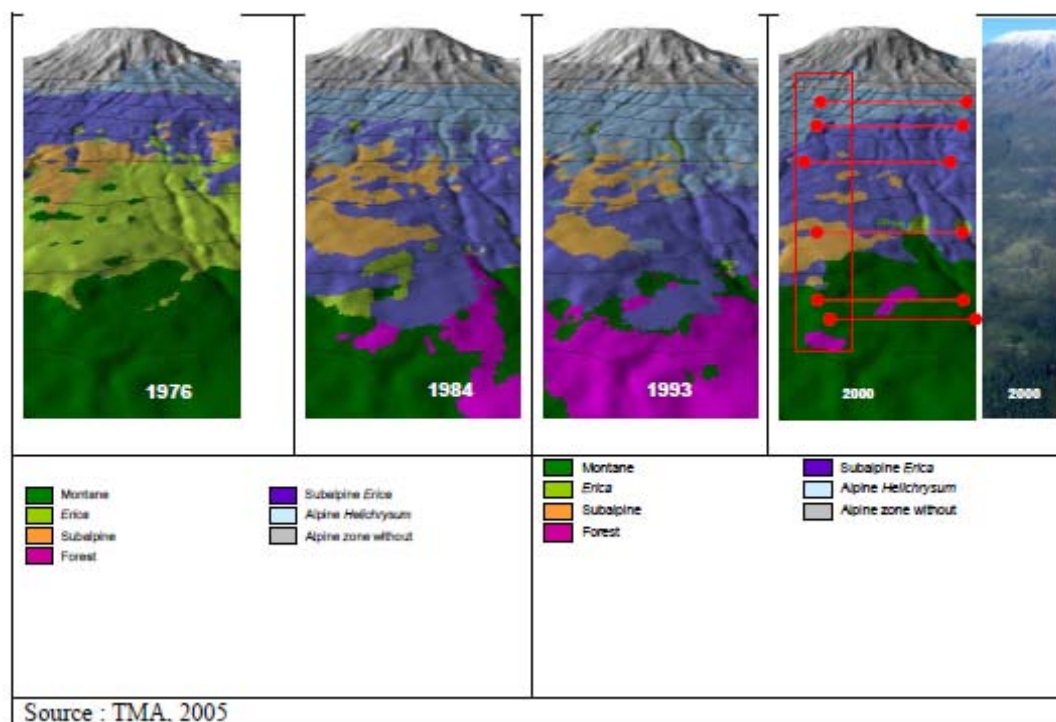
### (4) 生態系

- 気候変動による森林への影響により、現在の生物分布が入れ替わる懸念がある。
- 群葉の生育や家畜伝染病への気候変動による影響は野生動物に悪影響を及ぼす恐れがある。野生動物は地域によっては重要な食料および収入源となっている。

### (5) 健康

- 高原地域がマラリア感染地域になる恐れがある。

これらの気候変動により予想される影響を低減することが、「タ」国の気候変動適応策と言える。「タ」国でより効果的な適応策を実施するにあたっては、気候データや、温暖化により影響を受ける分野に関する基礎的データの蓄積、それらを有効に活用し適応策策定ができる人材の育成も重要な鍵となるため、人材育成、キャパシティ・ディベロップメントも支援を考えるべき重要な適応策の一つと考えられる。



図： キリマンジャロにおける植生変化

出典： Ministry of Environment, The United Republic of Tanzania (2007), p.10, Figure 1

参考資料：

- IPCC. (2007). AR4 WG I: the Physical Science Basis, Chapter 11 Regional Climate Projections.
- IPCC. (2007). AR4 WG II: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Chapter 9 Africa.
- Ministry of Environment, the United Republic of Tanzania. (2003). Initial national communication under the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC).
- Ministry of Environment, the United Republic of Tanzania. (2007). National Adaptation Programme of Action (NAPA).
- University of Veterinary Medicine Vienna. (2011). Website World Maps of the Köppen-Geiger climate classification updated: <http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/>
- World Bank. (2011). Tanzania: Country Brief: <http://go.worldbank.org/7SUHE823V0>
- 外務省. (2011). タンザニア連合共和国: <http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/tanzania/index.html>

## 第12章 ナイジェリアにおいて予測される

### 気候変動の影響

ナイジェリア（以下、「ナ」国）は、アフリカで最大の人口を有する国であり、西アフリカの褶曲部に位置する。「ナ」国は南から北へと様々な気候に富んでおり、南端の沿岸域は熱帯モンスーン気候、そして国土の大部分を覆うサバナ気候、北部にはステップ気候が発達し、北東部には砂漠気候地域がある<sup>1</sup>。年降水量も南部では3,500 mmを超えるが、北部では600 mm以下である。「ナ」国には乾期と雨期があるが、雨期の期間も南部では9か月～1年中、最北東部では3～4か月である。

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）が2007年に発表した第4次報告書に代表されるように、近年の様々な研究により「ナ」国における気候変動による影響が色々と明らかになってきた。しかしながら、全球気候モデルによる予測にはモデル間の隔たりがあり、重度の乾燥を示すものもあれば、サハラ地域における植生域の拡大を示すものもあるなど、「ナ」国への気候変動の影響は未だ不明確な部分も多い。

気候変動による「ナ」国各分野の予想される影響は以下の通り。

#### (1) 水循環

- 年降水量や降雨パターンの変化、極端に乾燥した年や雨の多い年の変動が引き起こされる懸念がある。
- 農村地域で主に利用され地方の水利用の50%以上を賄っている雨水貯留は、気候変動の影響を受ける懸念がある。
- スーダン-サヘル地域での降水量が減少すれば、主な給水源である地下水に影響が出る懸念がある。
- 南部沿岸域は降水の増加と海面上昇により洪水被害が悪化する恐れがある。
- 南東域など一部の地域では降雨に起因する土壌浸食の懸念があり、北東部では風に起因する浸食が懸念される。

#### (2) 農業および食料

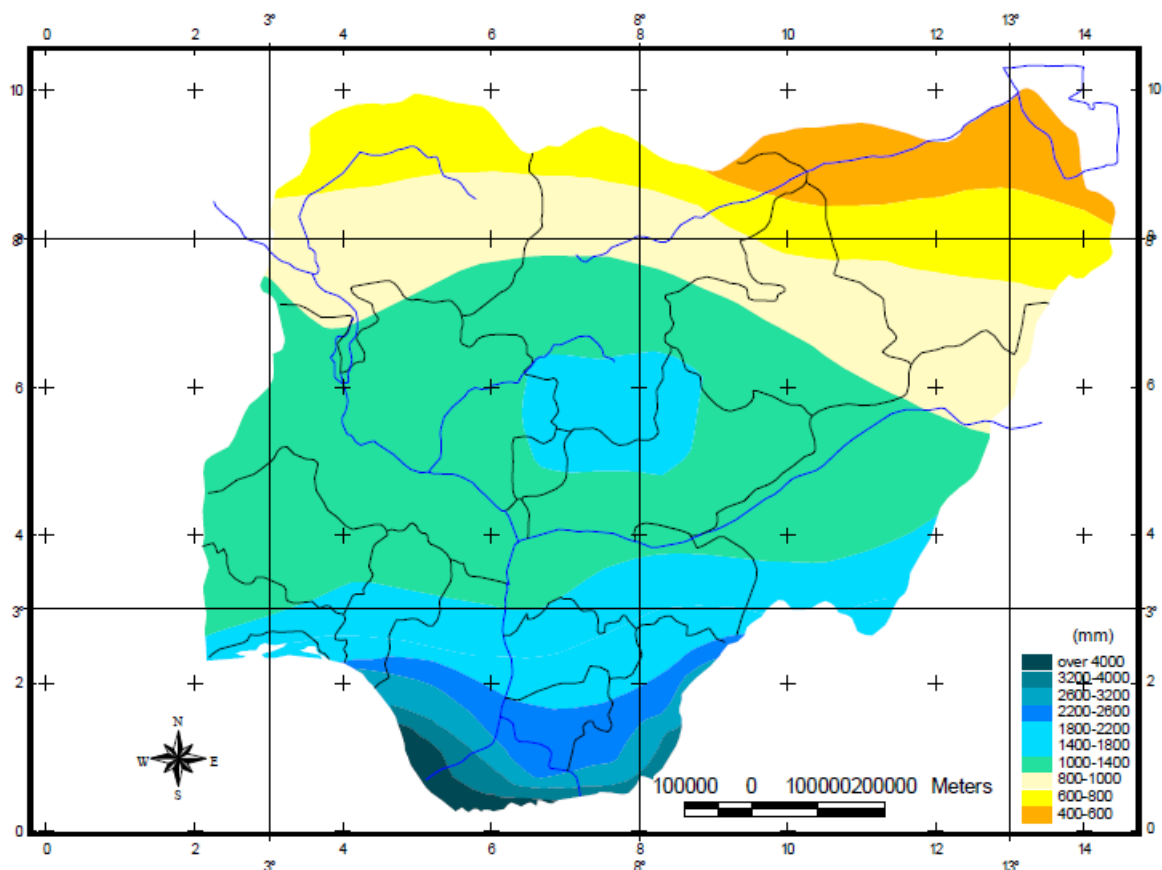
- 二酸化炭素施肥効果はC4植物よりC3植物の方により現れる。そのため、ナイジェリアでより一般的であるC4植物は、C3植物の生長促進のため負の影響が懸念される。

<sup>1</sup> ケッペンの気候区分による

- 
- ハスモンヨトウ、イネカメムシ、ココクゾウムシ、マメシクイガ等、様々な害虫の被害地域が拡大する恐れがある。更に極端現象の増加により、病虫害の発生リスクが高まる可能性がある。
  - スーダン-サヘル地域の降水量が減少する場合、農作物生産量が減少する懸念がある。
  - 降水量の減少は牧草地の牧草の生産性を減少させる懸念がある。更に、動物にとっての給水源である表流水の減少や、降水量減少地域における蒸発量の増加に伴う給水場所での塩分増加なども懸念される。家畜にとって新たな生態気候環境が出現し、畜産適地が沿岸域へと移動する可能性がある。
  - 海洋温度の上昇によるギニア湾での海水湧昇は漁業にとって悪影響を及ぼす可能性があり、漁業生産高の減少や壊滅の懸念がある。また、海面上昇による湿原の損失や塩分濃度の上昇は河口域での漁業に影響を及ぼす懸念がある。
- (3) 沿岸地域
- 大都市を含む沿岸域の居住地や道路・鉄道などの輸送インフラ、港湾等も海面上昇による被害が懸念される。
  - 発電所や石油・ガス生産施設などのエネルギー生産関連施設も海面上昇による被害が懸念される。
  - 沿岸地域の低地帯にある農地の損失が引き起こされ、社会経済問題や社会文化的な問題につながる懸念がある。
- (4) 生態系
- 主要な生態域の境界移動の可能性があり、野生生物への多大な影響が懸念される。
  - 海面上昇や極端現象により洪水や浸水が長期化する懸念があり、森林再生が更に困難になることが懸念される。「ナ」国の森林生態系の生物はすでに耐性限界に近づいている。
  - 北部地域のサバナ生物群系は降雨の減少に非常に脆弱である恐れがあり、広範な生息地の衰退が懸念される。
  - マングローブ林や湿地は海面上昇により損失を受ける懸念がある。
- (5) 健康
- 南部では降雨や湿度の上昇の可能性があり、これにより喘息の発作が増えることが懸念される。
  - 気候変動によりマラリア感染状況に影響が出る可能性がある。ハマダラカの生息域である南部域の密林地帯が劣化することによりハマダラカがいなくなる可能性があるが、海面上昇や沿岸域の洪水によりハマダラカが好む汽水が大量に発生することになる。
- (6) エネルギー
- 降水量が減少すれば、河川流量に依存する水力発電への負の影響が懸念される。
  - 「ナ」国の重要なエネルギー源である薪に対しても気候変動により、降雨減少や頻
-

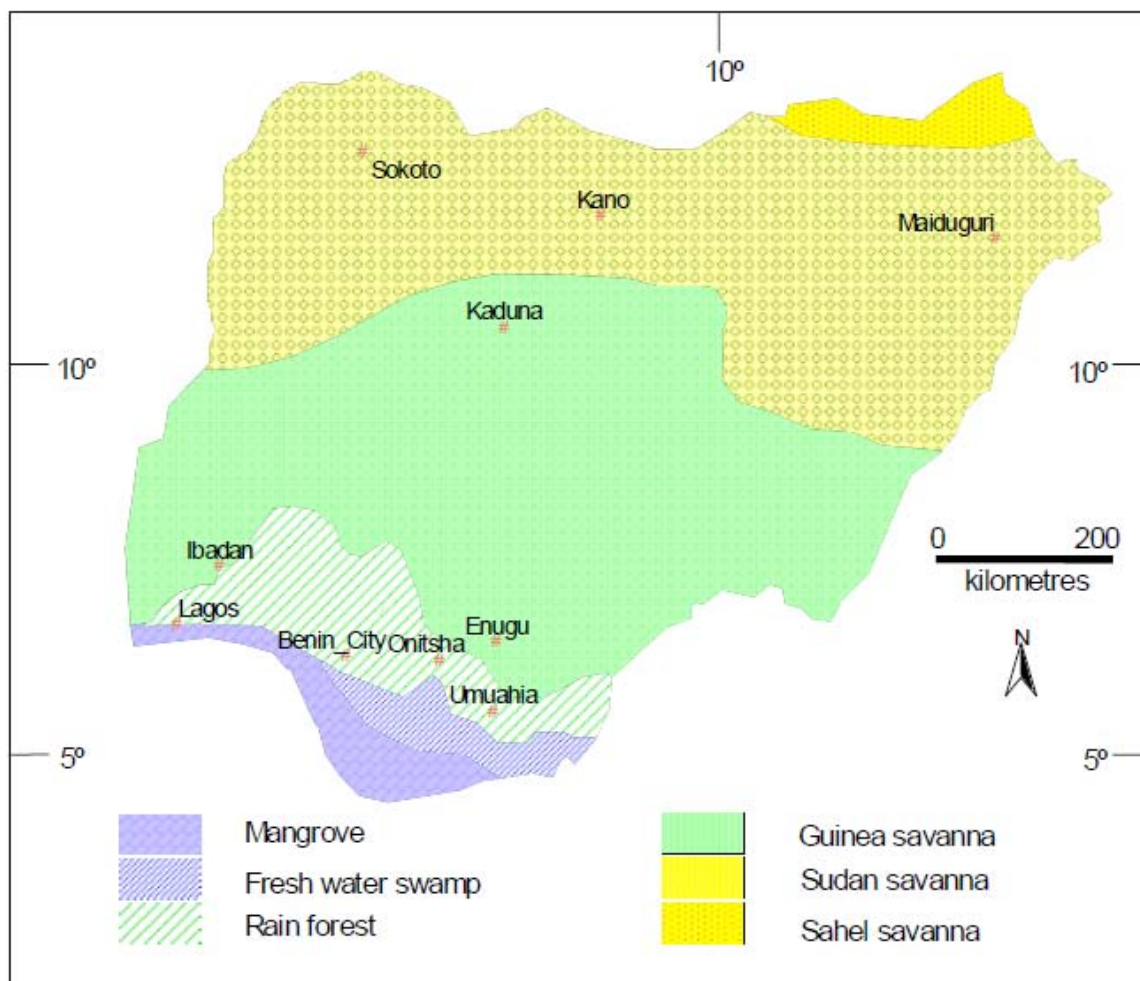
発する雷雨、土壌浸食等の負の影響が懸念される。

これらの気候変動により予想される影響を低減することが、「ナ」国の気候変動適応策と言える。「ナ」国でより効果的な適応策を実施するにあたっては、気候データや、温暖化により影響を受ける分野に関する基礎的データの蓄積、それらを有効に活用し適応策策定ができる人材の育成も重要な鍵となるため、人材育成、キャパシティ・ディベロップメントも支援を考えるべき重要な適応策の一つと考えられる。



図： ナイジェリアにおける年降水量分布現況

出典： Ministry of Environment of the Federal Republic of Nigeria (2003), p.17, Figure 1.5



図： ナイジェリアにおける植生現況

出典： Ministry of Environment of the Federal Republic of Nigeria (2003), p.18, Figure 1.6

参考資料：

- IPCC. (2007). AR4 WG I: the Physical Science Basis, Chapter 11 Regional Climate Projections.
- IPCC. (2007). AR4 WG II: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Chapter 9 Africa.
- Ministry of Environment of the Federal Republic of Nigeria. (2003). Nigeria's First National Communication under the United Nations Framework Convention on Climate Change.
- University of Veterinary Medicine Vienna. (2011). Website World Maps of the Köppen-Geiger climate classification updated: <http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/>
- World Bank. (2011). Nigeria: Country Brief: <http://go.worldbank.org/FIIOT240K0>
- 外務省. (2011). ナイジェリア連邦共和国: <http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/nigeria/index.html>

## 第13章 マダガスカルにおいて予測される

### 気候変動の影響

マダガスカル（以下、「マ」国）はインド洋の南西端に位置し、東アフリカとはモザンビーク海峡を挟んで面している。「マ」国は植物相・動物相ともに多様性を有し、その多くは固有種である。「マ」国のあるマダガスカル島は世界に4番目に大きな島であり、大部分が高原になっている。「マ」国は全体的には熱帯性気候であるが、地域によって多少の変化があり、東部は高温多湿、西部・南西部は高温半乾燥である。高原地帯、西部および南部は5月～10月に乾期があるが、森林が卓越する東部では一年中降雨がある。

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）が2007年に発表した第4次報告書に代表されるように、近年の様々な研究により「マ」国における気候変動による影響が色々と明らかになってきた。気候変動の影響により、季節的な降雨量は変化し熱帯低気圧の強度は増すと考えられる。エルニーニョ・南方振動もマダガスカルの気候に影響を与えると考えられるが、影響の度合いについて統一された見解はない。

気候変動による「マ」国各分野の予想される影響は以下の通り。

#### (1) 水循環

- 降水量変化の正確な予測は未だないが、その影響は場所的にも季節的にも均一ではないと予想される。一般的に、雨期の降水量は増え、乾期における降水量は減少すると思われる。
- 雨期では水需要は十分満たされると考えられるが、水源の汚染や熱帯低気圧による洪水、インフラの被害などのリスクが懸念される。
- 乾期には水不足が懸念され、水争いのリスクも予想される。

#### (2) 農業および食料

- 気温上昇により穀物の生育時期が変わる可能性がある。
- 雨期には土壌浸食が悪化したり、乾期には灌漑用の水争いを引き起こす水不足が起こる恐れがある。これらのコメの生産リスクが東部高原地域で懸念される。
- 南西沿岸域のサトウキビ栽培は、気候変動により水需要の増加と収量の減少が懸念される。更に気温上昇によりサトウキビへの寄生生物の増加が懸念される。
- 北東部のバナナ栽培は熱帯低気圧により被害を受ける懸念がある。
- エビ生産は熱帯低気圧により被害を受ける懸念がある。また、熱帯低気圧と海面上昇によるマングローブの被害は、エビ生産に悪影響を及ぼす恐れがある。



- 
- (3) 沿岸地域
- 海面上昇により、次のような影響が考えられる；インフラの水没、海岸の損失、住民の移住、生計手段の損失、沿岸航行の危険、等。
- (4) 生態系
- 森林減少や森林資源の劣化は悪化し、植物種や動物種の一部が失われることが懸念される。
- (5) 健康
- 今まで気候が適さなかった地域におけるマラリア蔓延が懸念される。
  - 洪水による水源汚染により、水因性の下痢が増加することが懸念される。
  - 空気汚染により激しい呼吸性疾患が増加することが懸念される。

これらの気候変動により予想される影響を低減することが、「マ」国の気候変動適応策と言える。「マ」国でより効果的な適応策を実施するにあたっては、気候データや、温暖化により影響を受ける分野に関する基礎的データの蓄積、それらを有効に活用し適応策策定ができる人材の育成も重要な鍵となるため、人材育成、キャパシティ・ディベロップメントも支援を考えるべき重要な適応策の一つと考えられる。

参考資料：

- IPCC. (2007). AR4 WG I: the Physical Science Basis, Chapter 11 Regional Climate Projections.
- IPCC. (2007). AR4 WG II: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Chapter 9 Africa.
- Ministère de l'Environnement et des Forêts, Republique de Madagascar. (2010). Deuxième communication nationale au titre de la Convention cadre des Nations Unies sur les Changement Climatique.
- Ministère de l'Environnement et des Forêts, Republique de Madagascar. (2006). Programme d'Action National d'Adaptation au Changement Climatique.
- World Bank. (2011). Madagascar: Country Brief: <http://go.worldbank.org/D41QD46W10>
- 外務省. (2011). マダガスカル共和国: <http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/madagascar/index.html>

## 第14章 南アフリカ共和国において予測される

### 気候変動の影響

南アフリカ共和国（以下、「南ア」国）はアフリカ大陸の南端に位置しており、肥沃な平野、山岳地域、砂漠など様々な地形が存在する。この複雑な地形により「南ア」国の気候も変化に富んでおり、南東海岸は温暖湿潤気候、東部および南部海岸域は西岸海洋性気候、南西部には地中海性気候、西部は砂漠気候、中央部および北部はステップ気候に区分される<sup>1</sup>。「南ア」国は様々な社会経済的問題を抱えており、20世紀のアパルトヘイト時代の後遺症も引きずっている。不平等な収入や財産、高い失業率、世界で最大の HIV/AIDS 患者数など、同国の社会的脆弱性は気候変動に対する脆弱性につながる。

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）が2007年に発表した第4次報告書に代表されるように、近年の様々な研究により「南ア」国における気候変動による影響が色々と明らかになってきた。「南ア」国における気温上昇は、内陸部の乾燥・半乾燥地域で顕著になると予測されている。降雨量は特に南西部の冬期に減少し、南大西洋およびインド洋の海洋循環が大きく極方向へ移動するなど、気候変動の影響が予測される。しかしながら、全球気候モデルによる降水量変化の予測は南アフリカではモデル間のかい離が大きく、未だ不確実な部分も多い。

気候変動による「南ア」国各分野の予想される影響は以下の通り。

#### (1) 水循環

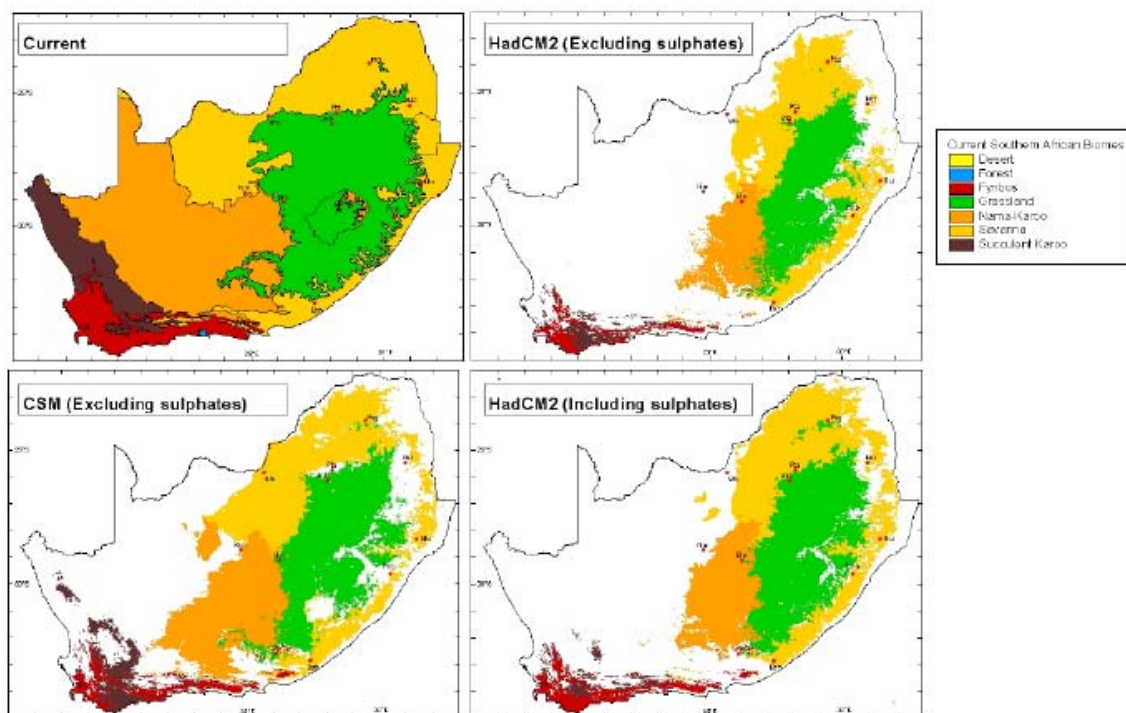
- 降水量は全土にわたって減少すると考えられるが、特に南西部及び西縁域での減少が著しいと思われる。
- 冬期多雨である南西部を除き、その他の地域は冬期少雨であり、冬期の降水量減少はあまり国土の乾燥には影響はない。年平均降水量減少分の半分以上は春期に起こると考えられ、そのため雨期の始まりが遅くなると考えられる。
- 中央部および東部の高原地域とドラケンスバーグ山脈の対流域においては、夏期の降雨増加が予想される。一方、東部では春期の降雨現象と終期の降雨増加が予想される。
- 「南ア」国における河川流量の減少は深刻ではないと予想されるが、降水量及び降雨の確実性の減少、気温上昇に伴う蒸発量の増加により、地表水源不足がさらに悪化することが予想される。気候変動影響を考えない場合でも、全ての地表水源は2030年までに利用開発されると予測されている状況である。

<sup>1</sup> ケッペンの気候区分による

- 
- 国土の約半分を占める乾燥地及び半乾燥地での降水量の減少により、砂漠化の進行が懸念される。
  - 気候変動により暴風雨の強さ、時期、発生区域等が変わり、洪水災害の状況も変化する。
- (2) 農業、食料、林業
- 国土の 70%を占める牧草地は乾燥化の影響を受ける。半乾燥地域における飼葉生産は約 1/5 減少すると予想される。しかしながら、草原では二酸化炭素施肥効果によって相殺され、影響はないと予想される。
  - トウモロコシ栽培は、気温の上昇および乾燥化により、生育条件の悪い西部では生産量の減少が懸念される。しかしながら、降雨の多い東部では増加が予測され、西部における減少を補うと予想される。
  - 園芸作物は生育条件が限られており、影響を受けることが懸念される。
  - 樹木作物は乾燥化の影響を受けると思われる。現在国土のわずか 1.5%が樹木作物の適地であり、大部分が限界に近い状況である。
  - 病害虫の増加及び侵略植物の増加による農業セクターへの影響が懸念される。
  - 河口、サンゴ礁、海水の湧昇の変化により、漁業への被害が懸念される。
  - 林業は減産が懸念される。特にパツラマツとラジアタマツのプランテーションの被害が懸念される。
- (3) 生態系
- 現在の生物群系は特に西部、中部、北部において失われる恐れがある。「南ア」国南部にはケープ植物区があるが、ここも影響を受けるであろう。
  - 種構成が変化し、生物群系の中には植生構造が大きく変わるところも出てくると予想される。「南ア」国の 16 の固有種センターのうち半数以上において、生物気候の変化により種の損失が起こると予想される。
  - 動物種の大半が東部の急峻地域の高緯度地帯へと集中するとともに、乾燥地ではかなりの損失が懸念される。
  - 海面上昇による海洋生態系への影響はあまりないと考えられる。しかしながら、気温上昇により海面水温が上昇し、海岸域の生物種の移住や沿岸域の海流の変化が懸念される。沿岸域への栄養分及び稚魚の供給に影響が生じるとともに、西海岸での赤潮の増加による魚介類・海洋性ほ乳類・海鳥などの大量死が懸念される。
  - 東海岸における砂の集積や、暴風雨の増加も懸念される。暴風の増加は生息域を攪乱させ、寿命の長い海洋性植物より寿命の短い海洋性植物の方が生育しやすくなると考えられる。
- (4) 健康
- 現在「南ア」国はマラリア分布地域の南縁に属するだけであるが、気温上昇と夏期の長期化により、面積及び期間ともにマラリアの感染リスクが増加することが懸念される。
-

- 住血吸虫症の伝染リスクが高まるとともに、宿主であるカタツムリの分布が洪水により増加することが懸念される。
- 尿路住血吸虫症が現在ない西部における同症状の発生が懸念される。

これらの気候変動により予想される影響を低減することが、「南ア」国の気候変動適応策と言える。「南ア」国でより効果的な適応策を実施するにあたっては、気候データや、温暖化により影響を受ける分野に関する基礎的データの蓄積、それらを有効に活用し適応策策定ができる人材の育成も重要な鍵となるため、人材育成、キャパシティ・ディベロップメントも支援を考慮すべき重要な適応策の一つと考えられる。



図： 南アフリカにおける生物群系の現在および将来分布予測

出典： Rutherford et al (1999) (Dynacon (Pty) Limited and Wiechers Environmental Consultancy (2000), p.40, Figure 3.3)

参考資料：

- IPCC. (2007). AR4 WG I: the Physical Science Basis, Chapter 11 Regional Climate Projections.
- IPCC. (2007). AR4 WG II: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Chapter 9 Africa.
- Dynacon (Pty) Limited and Wiechers Environmental Consultancy. (2000). Initial National Communication under the United Nations Framework Convention on Climate Change, South Africa.
- University of Veterinary Medicine Vienna. (2011). Website World Maps of the Köppen-Geiger climate classification updated: <http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/>
- World Bank. (2011). South Africa: Country Brief: <http://go.worldbank.org/GSBYF92330>
- 外務省. (2011). 南アフリカ共和国: [http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/s\\_africa/index.html](http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/s_africa/index.html)

## 第15章 チュニジアにおいて予測される

### 気候変動の影響

チュニジア（以下、「チ」国）は北アフリカに位置している。国土の北側と東側は地中海に面しており、その海岸線は1,300 kmにも及ぶことから、「チ」国では主に沿岸地域が発達してきた。沿岸域には人口の約2/3が居住し、経済活動の70%以上が行われ、灌漑農業の大部分が集中している。そのため、気候変動による海面上昇に対し脆弱である。この沿岸地域の地中海性気候とは一転し、中央部と南部は砂漠気候に覆われている<sup>1</sup>。

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）が2007年に発表した第4次報告書に代表されるように、近年の様々な研究により「チ」国における気候変動による影響が色々と明らかになってきた。「チ」国における気候変動の影響は不確実なところも多いが、「チ」国では特に夏期の気温上昇とそれに伴う夏期の干ばつ増加が懸念される。しかしながら、気候変動の影響において「チ」国に最も影響を与えるのは海面上昇であろう。

気候変動による「チ」国各分野の予想される影響は以下の通り。

#### (1) 水循環

- 降水量は減少すると思われる。年間降水日数も減少すると思われる。
- 現在でも「チ」国の降水量の80%は蒸発により失われる。降水量の減少と春期および初夏における蒸発量の増加により、夏期の土壌水分の減少が懸念される。
- 降雨の強度が増加する可能性があり、水が地下に浸透するよりも流されるようになる懸念がある。更に、海面上昇は沿岸地域の帯水層に影響を及ぼす恐れがあるため、結果として気候変動により地下水が汚染される懸念がある。
- 化石水は直接気候変動の影響を受けるものではないが、水需要の増加と現在の水資源の劣化の影響により、水利用の面で影響を受ける。

#### (2) 農業および食料

- 沿岸地域で大きな面積を占める農場は土壌浸食や地下水の塩水化により、損失する懸念がある。
- 灌漑も水源の劣化の影響が懸念される。また、海面上昇により灌漑および排水施設が機能不全を起こすことも考えられる。
- 海面上昇により低地や干潟における生態系の移行が引き起こされ、漁業では生産性

<sup>1</sup> ケッペンの気候区分による

の減少を伴う影響が懸念される。沿岸および干潟での漁業、および採貝が最も脆弱であると思われる。

(3) 沿岸地域

- 沿岸地域は「チ」国で経済的及び社会的にもっとも重要な地域であるが、海面上昇により負の影響を受けると思われる。
- 近年沿岸地域に建てられた水処理プラントも海面上昇による被害が懸念される。

(4) 生態系

- 沿岸地域の湿地における海面上昇の影響が懸念される。ラムサール条約に登録されているイシュケル湖は、低地にあり直接的ではないが海とつながっており、海水が浸入することが懸念される。
- 沿岸地域の森林は海岸線の後退や地下水の塩水化により影響を受ける恐れがある。

これらの気候変動により予想される影響を低減することが、「チ」国の気候変動適応策と言える。「チ」国でより効果的な適応策を実施するにあたっては、気候データや、温暖化により影響を受ける分野に関する基礎的データの蓄積、それらを有効に活用し適応策策定ができる人材の育成も重要な鍵となるため、人材育成、キャパシティ・ディベロップメントも支援を考へるべき重要な適応策の一つと考えられる。



図： イシュケル湖における海面上昇の影響  
青緑色は湿原の損失、水色は農耕地がなくなり湿地になることを示している。

出典： Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire, Republique Tunisienne (2001), p.64, Figure 3.1

---

参考資料 :

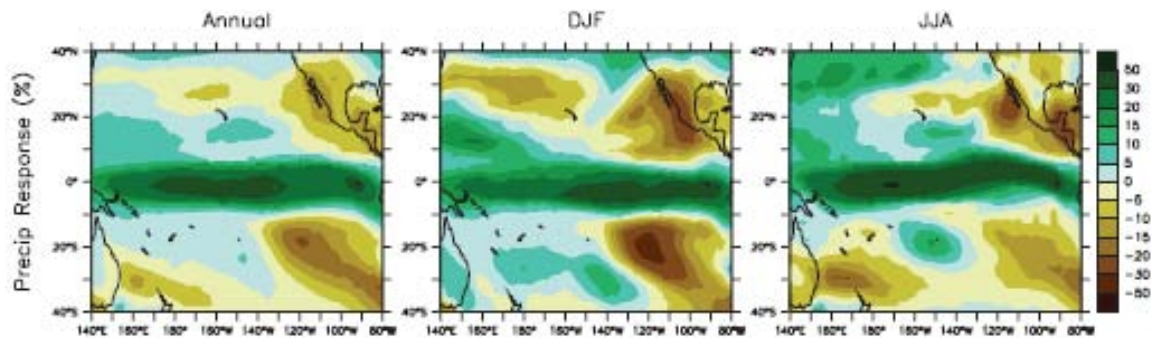
- IPCC. (2007). AR4 WG I: the Physical Science Basis, Chapter 11 Regional Climate Projections.
- IPCC. (2007). AR4 WG II: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Chapter 9 Africa.
- Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire, République Tunisienne. (2001). Communication initiale de la Tunisie à la Convention cadre des nations unies sur les changements climatiques.
- University of Veterinary Medicine Vienna. (2011). Website World Maps of the Köppen-Geiger climate classification updated: <http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/>
- World Bank. (2011). Tunisia: Country Brief: <http://go.worldbank.org/M7QSXSK3G0>
- 外務省. (2011). チュニジア共和国: <http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/tunisia/index.html>

## 第 16 章 大洋州地域において予測される

### 気候変動の影響

大洋州地域は世界自然保護基金（WWF）のエコゾーンのひとつに指定されており、ミクロネシア、フィジー諸島、ニュージーランドを除くポリネシアの大半、ニューギニア、バヌアツ、ソロモン諸島、ニューカレドニアを含むメラネシアが含まれる。ほとんどの島々は、フィジーに見られるような火山性の高地諸島、およびソロモン諸島に代表されるサンゴ環礁島から成る。この地域は熱帯または亜熱帯性気候に属し、湿潤地帯から季節的乾燥地帯を含んでいる。

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）が 2007 年に発表した第 4 次報告書に代表されるように、近年の様々な研究により大洋州地域における気候変動による様々な影響が明らかになってきた。地球規模での海面上昇は 1950-2000 年間に観測された海面上昇は  $0.17 \pm 0.05 \text{ m}$  で、今世紀中にさらに  $0.19-0.58 \text{ m}$  上昇すると予測されている。大洋州においても同様のレートまたは若干緩やかに海面上昇が起こると予測されている。大洋州地域では将来の気温上昇が懸念されているが、全球平均よりもやや低い上昇になると予測されている。大洋州地域の降水量は、下図に示すとおり年間を通じて増加することが予測されている。1998-2000 年のラニーニャ現象では、ENSO に伴う雨期乾期サイクルの変化により干ばつが発生した。南太平洋の広域にわたる地域では、熱帯性低気圧の動きや発生頻度についての将来予測は不明であるが、その強度は増加することが予測されており、ENSO の発生動向が同地域における熱帯性低気圧の発生パターンに大きく影響している。



図：1980-1999 年および 2080-2099 年における南北太平洋地域における降水量変化予測

出典：IPCC (2007) WG I, p.915 Figure 11.25

気候変動による大洋州地域における各分野の予想される影響は以下の通り。

- (1) 水循環
  - 海面上昇とこれに伴う沿岸浸食により既存の給水インフラが被害を受ける可能性が高く、低地および環礁諸島では淡水レンズへの海水侵入が懸念されている。
  - ENSO の影響により大洋州全域にわたって深刻な水不足に陥ったことがあり、たとえば 97 - 98 年の干ばつでは、ソロモン諸島ホニアラで 30～40%の給水可能量が減少



した。

- 降水量の減少は直接利用可能な水資源の総量の減少につながる。すなわち表面水の減少、淡水レンズにおける涵養能力の低下をもたらす。したがって、島嶼国にとって降水量の減少は干ばつを長期化させる危険性を孕んでいる。

## (2) 農業および食料

- 島嶼国にとって地産による食糧生産は死活問題で、生態系への経済社会活動の依存度が高く、気候変動に対して極めて脆弱である。
- サイクロンの頻発や強度の増加により農業が直接的に被害を受け、長期的には病害虫の発生が促進されて食糧保障に悪影響を与えることが懸念される。
- サイクロンの来襲によって、商業作物および食用作物の生産が大きな打撃を受ける可能性が高い。フィジー等の高地諸島では 2050 年までに GDP の数パーセントの低下が予測され、一方、キリバス等の低地諸島では年平均で GDP の 15%以上毎年低下することが予想される。
- 低地における食糧作物は高潮や洪水被害により生産が困難になりやすく、一部の地域では土壌の完全浸水により回復困難に陥る可能性がある。また、浸水により家畜やその飼料が被害を受けることもあり、塩水浸入により作物生産および家畜生産が脅威に曝されている。
- 海面上昇と沿岸浸食が現実となるにしたがって、限られた土地の中で耕作可能地の縮小や農民および農地の移転を余儀なくされる。
- エルニーニョおよびラニーニャの影響により多くの島々で干ばつが発生し、食糧生産に大きな被害が発生したことから、将来の気候変動により同様の被害が予想される。

## (3) 沿岸地域

- サンゴ礁は、ビーチの形成、豪雨に対する沿岸防御、海水生物の生息等にとって重要な役割を担っている。エルニーニョ現象の際には海水面の低下によりサンゴの温度が上昇し白化現象が西部を中心に至る所で発生した。
- 海面気温がサンゴの限界耐久温度（25°C～29°C）を頻繁に超過する現象がみられることから、将来、サンゴの白化現象が頻発し、深刻な問題となることが予想される。
- 例えば、1976 年におけるソロモン諸島のマングローブの被覆面積は 650 km<sup>2</sup>であったが、近年ではマングローブに関するデータが更新されていないため、分布状況や総面積は不明である。このため、海面上昇によるマングローブへの影響は予測がつかない。
- また、ソロモン諸島のある村では沿岸浸食が深刻な状況にあり、海岸線が侵食され、一部の道路が崩壊している。このような状況は以前から発生しているが、近年はより頻繁な現象となる傾向がある。このような道路の浸食・崩壊は、勾配のある丘陵から低地に向かう雨水流出によってさらに悪化する。潮力を緩衝する環礁による護岸機能によって、ある程度沿岸浸食が防御されている。

---

#### (4) 生態系

- 大洋州地域の島嶼国には、その生態系システムの隔離性から非常に貴重な生物多様性を有する。たとえば、ソロモン諸島は、494種のサンゴおよび1019種の魚類が確認されていることから、最も多様性のあるサンゴ礁群を有する国のひとつとして挙げられる。
- 多くの環礁国では近年サンゴの白化現象が観測されており、海水温度の上昇と深い関係があることが認められていることから、将来の気候変動により白化が深刻になることが予想される。
- サイクロンによるサンゴ礁の破壊は、特に通常の波が穏やかな地区に集中する。気温上昇と干潮に伴う海面低下が同時に発生すると、サンゴ礁への影響は甚大になる。1983年、1997/98年には著しい海面低下により多くのサンゴ礁原が失われた。
- サンゴ礁の白化は、環礁国の多くの住民が生計を立てている水産資源に対して大きな脅威となっている。

#### (5) 健康

- 島嶼国では、気候変動に起因する衛生状態の悪化によって、マラリア、精神性疾患、栄養失調、下痢、急性呼吸器感染症、微量栄養素欠乏症、寄生虫疾患、結核等の疾病の流行が懸念されている。
- 気温および降雨パターンの変化によりデング熱や草原熱等の生物媒介疾患の蔓延が懸念される。ソロモン諸島では、かつてデング熱が流行した際、その原因としてENSO（エルニーニョ南方振動）が関連していたという事実が報告されている。
- 豪雨や極端現象に起因する湛水によって、下水・排水システムが麻痺して、赤痢等の水系疾患の危険性も高まる。

これらの気候変動により予想される影響を低減することが、大洋州地域の気候変動適応策と言える。同地域でより効果的な適応策を実施するにあたっては、気候データや、温暖化により影響を受ける分野に関する基礎的データの蓄積、それらを有効に活用し適応策策定ができる人材の育成も重要な鍵となるため、人材育成、キャパシティ・ディベロップメントも支援を考えるべき重要な適応策の一つと考えられる。

参考資料 :

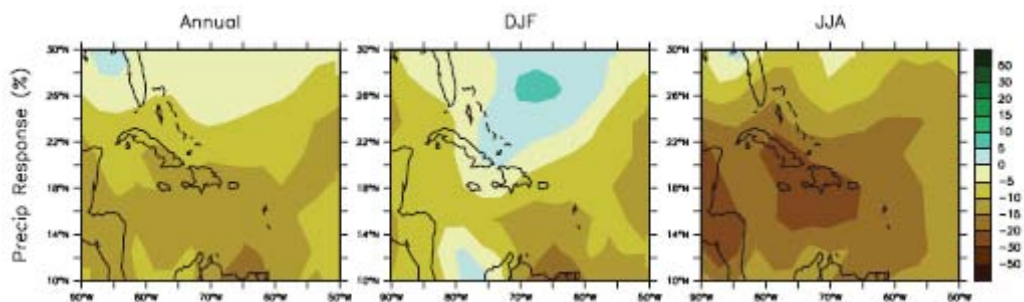
- IPCC. (2007). AR4 WG I: the Physical Science Basis, Chapter 11 Regional Climate Projections.
- IPCC. (2007). AR4 WG II: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Chapter 16 Small Islands.
- Ministry of Culture, Tourism and Aviation, Solomon Islands. (2004). Initial National Communication of Solomon Islands to the UNFCCC.
- Ministry of Environment Conservation and Meteorology, Solomon Islands. (2008). National Adaptation Programmes of Action, Solomon Islands.
- Ministry of Environment, Land and Agricultural Development, Republic of Kiribati. (2007). National Adaptation Program of Action.
- World Bank. (2011). Pacific Islands and the World Bank: <http://go.worldbank.org/QNBS3WR1K0>
- 外務省. (2011). 大洋州: <http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/pacific.html>

## 第17章 カリブ地域において予測される

### 気候変動の影響

カリブ地域は中小7000以上の島、環礁、岩礁等からなる。いくつかの諸島は、非火山起源の平坦地形で、アルバ、バルバドス、ケイマン諸島、バハマ、アンティグア等を含む。一方、比較的標高のある山地を有する島々もあり、キューバ、イスパニョーラ、プエルトリコ、ジャマイカ、ドミニカ、モントセラト、セントクリストファー、セントルシア、セントトマス、セントジョンズ、トルトラ、グレナダ、セントビンセント、グアドループ、マルティニーク、トリニダード・トバゴがこれに含まれる。同地域の気候は一般に熱帯性であるが、標高、島の規模、海流の影響により降水量分布は若干地域差がある。カリブ地域では通年日差しに恵まれ、雨期と乾期に分かれる。通常ハリケーンはグレナダの北部を横切り、バルバドスの西側を通過して北西に抜ける軌跡をたどる。

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）が2007年に発表した第4次報告書に代表されるように、近年の様々な研究によりカリブ地域における気候変動による様々な影響が明らかになってきた。20世紀にカリブ地域では年率平均1mm程度の海面上昇が観測されている。地球規模での海面上昇は1950-2000年間に観測された海面上昇は $0.17 \pm 0.05$  mで、今世紀中にさらに0.19-0.58 m上昇すると予測されている。カリブ海においても同様のレートまたは若干緩やかに海面上昇が起こると予測されている。カリブ地域では将来の気温上昇が懸念されているが、全球平均よりもやや低い上昇になると予測されている。カリブ地域の降水量は、12-2月期には若干増加する地域が予想されるものの、年間を通じてほとんどの地域で減少することが予測されている。また、カリブ地域では熱帯性低気圧の強度が増加すると思われる。1997年および2002年の実績から、エルニーニョ現象は、北米およびカリブ地域における熱帯性低気圧の発生を低減する傾向があり、ラニーニャ現象は逆に増加させる傾向がある。



図：1980-1999年および2080-2099年におけるカリブ海地域における降水量変化予測

出典：IPCC (2007) AR4 WG I, p.913 Figure 11.23.

気候変動によるカリブ地域の各分野の予想される影響は以下の通り。

---

(1) 水循環

- ほとんどの島々では生活用水は表面水に依存しており、将来的には雨量が減少する期間中、需要を満たすことが困難になる可能性がある。たとえば、ハイチでは、表面水は最も重要な水資源のひとつで、5つの主要河川により水需要の約6割を占めている。
- 雨期には土砂堆積により河川水位が急速に上昇する。構造物による防御が脆弱な水源では、豪雨による土壌浸食や表土流出等による影響を直接受け、生活用水の不足が懸念される。
- 干ばつは表面水および地下水利用に影響を及ぼし、河川や泉は完全に干上がり、農業生産にも悪影響を及ぼす可能性がある。
- 干ばつにより地下水位が低下するとともに塩水浸入が促進されることが懸念される。
- ほとんどの島々において、海面上昇による淡水レンズへの塩水侵入が進行することが懸念される。
- バハマ、アンティグア・バーブーダ、バルバドス等の諸国ではすでに予算を投入して淡水化装置の導入を開始している。

(2) 農業および食料

- 一般的に、農業の脆弱性は水および土壌の状態と密接に関係しており、暴風、洪水、干ばつは土壌浸食を悪化させ、土壌水分量の著しい低下をもたらす農業生産性を低下させる。ハイチでは、気候変動の影響により21世紀半ばまでには半分以上の農地が砂漠化する危険性がある。
- 一部の農地はすでに塩害が発生しており、状況が悪化することが懸念される。
- 気候変動の影響により農業気象の季節的パターンに変化が生じ、農民の作付判断をはじめとする営農作業および収穫に悪影響を及ぼす。
- 多くの島嶼国の農地において、気温上昇と乾期の長期化によって土壌および作物に付着する害虫の発生が促進される可能性がある。
- 気温上昇と雨量の減少により自然火災の発生を助長する環境が醸成され、サトウキビをはじめとする工芸作物が脅威に曝される。

(3) 沿岸地域

- 小規模の島嶼国では、降雨による雨水、土砂、堆積物等が内陸部から集積され沿岸部の低地に流出する。ハイチでは、森林伐採、マングローブ林の後退、制御の利かない都市化(特にポルトープランス)等により土地の劣化と沿岸浸食が進んでいる。
  - ほとんどの島々では、観光資源でもあるビーチやサンゴ礁が、海面上昇と極端現象によって侵食され観光産業にとっても大きな脅威となっている。
  - 多くの国々で重要なエコツーリズムは、ビーチの浸食やサンゴ礁の白化等により存続の脅威に曝されている。
  - 保健、教育、産業、商業、漁業等の他のセクターに関しても、ほとんどが沿岸地域に集中して施設が存在しており、洪水、極端現象に対する脆弱性が高い。
-

---

(4) 生態系

- 沿岸地域のコミュニティのほとんどは沿岸資源およびサンゴ資源に依存している。裾礁は生物多様性の根源を成し、漁師や地元住民の生活に不可欠な資源であるとともに、沿岸浸食に対する自然防壁の役割を担っている。
- 海辺の浸食具合は、人口の集中度および沿岸における生産活動によっても左右される。
- 風、波、潮の干満、潮流等の自然要因、ならびに海辺からの砂採取、不適切な沿岸構造物の建設等の人的要因により沿岸の至る箇所で海岸線の変化、侵食が進行しつつあり、将来的な海面上昇はこのような状況を更に悪化させることが懸念される。
- 湿地への淡水の過剰流入により生態系バランスが将来的に崩れる恐れがある。上流域での不適切な土地利用・開発の結果、上流域からの浸食や汚染からサンゴ礁を防御する湿地の機能が劣化する可能性がある。
- 洪水等の強度や頻度が増加する場合、劣化した湿地のためにサンゴ礁への直接的な被害が増加する可能性がある。
- サンゴ礁はサイクロンに対しても脆弱で、高潮により物理的な被害を受け崩壊しやすい。

(5) 健康

- 気温および降雨パターンの変化によりマラリアやデング熱の生物媒介疾患の蔓延が懸念される。
- 腸チフス、赤痢、肝炎等の水・食物媒介疾患が洪水によって助長されることが懸念される。
- 排水に含まれる農薬およびその他の有害廃棄物等が、洪水や極端現象により生活用水に混入し、急性・慢性の健康障害を引き起こす可能性がある。
- 洪水や浸水による衛生状態の悪化から、げっ歯類（ネズミ等）の尿を媒介して感染するレプトスピラ症の蔓延が将来懸念される。

これらの気候変動により予想される影響を低減することが、カリブ地域の気候変動適応策と言える。同地域でより効果的な適応策を実施するにあたっては、気候データや、温暖化により影響を受ける分野に関する基礎的データの蓄積、それらを有効に活用し適応策策定ができる人材の育成も重要な鍵となるため、人材育成、キャパシティ・ディベロップメントも支援を考慮すべき重要な適応策の一つと考えられる。

## 参考資料：

- IPCC. (2007). AR4 WG I: the Physical Science Basis, Chapter 11 Regional Climate Projections.
- IPCC. (2007). AR4 WG II: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Chapter 16 Small Islands.
- Ministry of Agriculture and the Environment. (2001). Initial National Communication of the Commonwealth of Dominica to the UNFCCC.
- Ministère De L'Environnement, République d'Haïti. (2002). Première Communication Nationale Sur Les Changements climatiques.
- Ministère De L'Environnement, Programme Changements Climatiques, République d'Haïti. (2006). Plan D'Action National D'Adaptation.
- Ministry of Water & Housing, National Meteorological Service. (2000). Initial National Communication of Jamaica to the UNFCCC.
- Ministry of Physical Development Environment. (2001). First National Communication of Barbados to the UNFCCC.
- World Bank. (2011). Countries and Regions; Organization of Eastern Caribbean States (OECS): <http://go.worldbank.org/9WT5UTVKB0>
- 外務省. (2011). 中南米地域: <http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/latinamerica.html>