

オーストラリアにおける水事情

国土交通省国土技術政策総合研究所河川研究部水資源研究室 三石真也*

キーワード オーストラリア, 水資源管理, 水取引, 気候変動

1. はじめに

オーストラリアは、地域的・時間的に偏在した降雨特性、エルニーニョの影響を受けやすい地理的要因、蒸発散量が大きいといった気象条件とともに、人口の多くが南東部と西部の都市部に集中するほか、南東部のマーレー・ダーリング川流域において大量の農業用水取水が行われるなどの社会・経済状況により、世界でも有数の水資源逼迫地域となっており、これまでに何度も大きな渇水に見舞われてきた。近年においても、2006年に深刻な渇水が発生し、都市生活や農業に大きな影響を与えており、一部には地球温暖化に伴う気候変動の影響と評価する意見も存在する。

増大する水利用への対応や環境への悪影響を軽減するための抜本的・長期的な対応が必要とされる中、オーストラリア政府は、2004年の国家水憲章の制定、2007年の連邦水法の改正などの大胆な水資源管理に関する改革を実施してきた。また、2007年には気候変動への適応策に関する取り組みも開始している。

オーストラリアと同様に渇水リスクの高い我が国では、効率的・効果的な水資源管理の促進が求められており、オーストラリアにおける近年の改革の取り組みを知り、我が国への適用性を考察することは有益であることから、オーストラリア連邦政府の関連機関（連邦環境・水・遺産・芸術省、国家水委員会、マーレー・ダーリング川流域庁）及び州政府として水戦略を積極的に展開しているクィーンズランド州（環境・資源マネジメント省、クィーンズランド水委員会）と水資源管理に関する情報交換を行った。

さらに、地球温暖化に伴う気候変動の解析と適応策の策定について、2300年までの全球モデルの気候変動予測を公開するなど、世界的にも先駆的な研究に取り組む

連邦科学産業研究機構（CSIRO）と双方の研究の現状を相互に紹介するとともに、議論を行ったので、ここに概要を報告する。

2. オーストラリアの水資源の現状

（1）水資源を取り巻く現状

オーストラリアの食糧庫と呼ばれ、全国の農業用水の約7割を取水し、農業総生産の約4割を産出しているマーレー・ダーリング川の水資源の現状は次のとおりである。流域の流入量の経年変化（1891年～2009年）をみると、図-1に示されるように1891年から2000年までの平均流入量（11,500ギガリットル（GL）/年）に対して2001年から2009年までの平均流入量（3,800GL/年）は67%減少している。さらに、ここ3年間（2007年～2009年）の平均流入量（2,000GL/年）では83%もの激減となっており、一部には地球温暖化による気候変動の影響と見る向きもある。

オーストラリアで過去100年余りの間に生じた主要な渇水には、表-1に示すとおりであり、このほかに、地域的な渇水もしばしば発生している。このうち、特に、人口の75%と農業生産の多くが集中する南東部や、経済的・農業生産的に比較的重要な西部で、2001年以降経年的に少雨が継続し、渇水が深刻化している。2002年と2006年の渇水はほぼオーストラリア全域に影響を与え、小麦等の収穫量が平年の4割に落ち込むなどの影響が出ており、2007年にも生産に大きな影響が発生した。

（2）マーレー・ダーリング川流域の概要

マーレー・ダーリング川は、オーストラリア大陸の南東部4州1特別地域を流れ、流域面積1,058千km²と国土面積の約14%を占め、延長は3,750kmに及ぶ大河である。流域における農業生産額は国全体の約4割を占める。年平均降水量は530.618GLであり、このうち大部分の94%が蒸発、2%が地下に浸透し、河川への流出

* 室長

River Murray System Inflows 1891 -2009

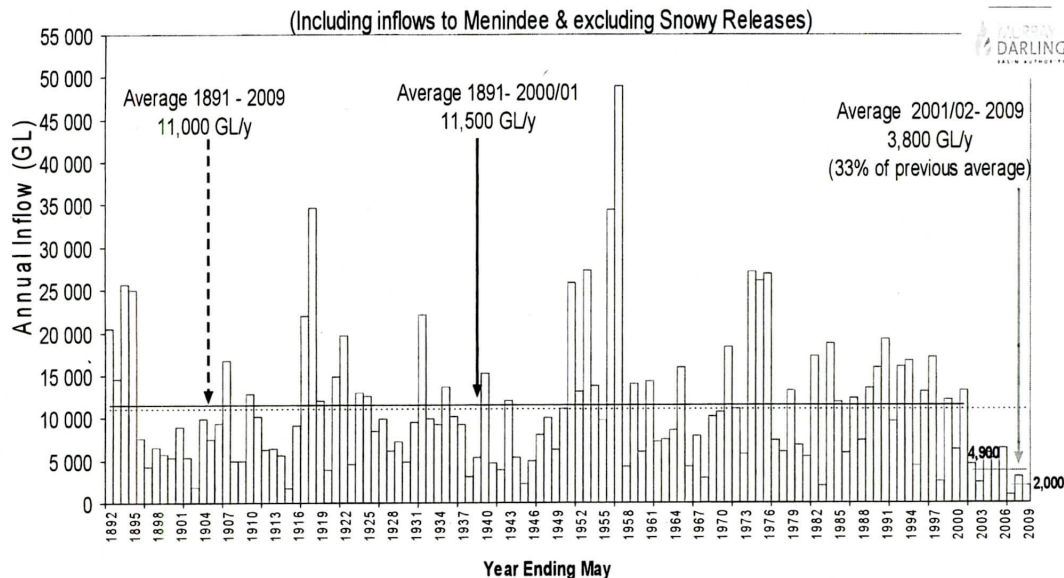


図-1 マーレー・ダーリング川流域流入量の経年変化 (1891年～2009年)

表-1 オーストラリアにおける主要な渇水

期間	特に被害が大きかった地域等
1864～66年	VIC, SA, NSW, QLD, WA
1880～86年	VIC (北部および Gippsland), NSW (北部小麦ベルト地帯, 北部台地, 南部海岸), QLD (南東部, 海岸部, 中央高地), SA (農業地域)
1888年	VIC (北部および Gippsland (東部)), TAS (南部), NSW, QLD, SA, WA (中央農業地域)
1895～1903年 「連邦渇水」	全国的に甚大な被害をもたらした史上最大の渇水。最も被害が甚大だったのは, QLD 海岸部, NSW 内陸部, SA, オーストラリア中央部。1億頭以上いた羊が半減し, 牛も4割以上減少。
1911～16年	VIC (北部, 西部), TAS, NSW (内陸部), QLD, NT (Tennant Creek-Alexandria Downs 地域), SA, WA
1918～20年	QLD, NSW, SA, NT (Darwin-Daly Waters, 中央), WA (Fortescue 地域), VIC, TAS
1939～45年 「第2次大戦渇水」	NSW (海岸部), SA (牧畜地域), QLD, TAS, WA, VIC, NT (Tennant Creek-Alexandria Downs 地域, 中央)
1958～68年	連邦渇水に次ぐ規模とされる。QLD, SA, WA, NSW, NT (中央)
1982～83年	VIC, NSW, QLD
1991～95年	QLD (中部, 南部), NSW (北部)
2002～03年	気温が記録的に高く, 多くの地域で蒸発散量が著しく大きかったことと, 全国的に影響が生じ, 農業生産高が24.7% (約63億豪ドル) 減少したこと, 現時点に至るまで多くの地域でいまだに貯水量が回復しておらず長期化していることを特徴とし, 甚大な被害を全国にもたらし, GDPを0.9%押し下げた。
2006～07年	2001年以降経年的な少雨が継続し, 渇水が深刻化。冬穀物 (小麦, 大麦, 菜種) の生産が全体で63%減と大幅に減少し, この減少により, オーストラリアの経済成長率が0.7%押し下げられた。

注) NSW: ニューサウスウェールズ州, NT: 北部準州, QLD: クイーンズランド州, SA: 南オーストラリア州, TAS: タスマニア州, VIC: ビクトリア州, WA: 西オーストラリア州

はわずか2%に過ぎない¹⁾。

マーレー・ダーリング川流域における2004～05年における産業 (農業用水を含む) と家庭における水消費量は, オーストラリアの全水消費量の52%に相当する。

流域内の各州の表流水の取水量をみると, ニュー・サウス・ウェールズ州 (57%), ビクトリア州 (30%) の

取水割合が大きく, 地下水取水量のうち70%は, ニュー・サウス・ウェールズ州により取水されている。

流況について見ると, 近年10年間, 極めて危機的な状況にある。すなわち, 過去180年間の流入量と比較して, 過去3年間の流入量は極端に少ない。平水年である1985年において河口における流量は4,000 GLあったが,

近年、河川の流量が減少しており、その影響として現在、河口閉塞が発生している。

以前は、冬場に流量が多く、夏場に流量が少ないという流況であったが、高度に水利用が進んだことによって流況が平準化し、藻の大量発生や水温の低下、水質悪化による在来種の魚類の消滅、土壌浸食など、流域環境の悪化が著しくなっている。

また、河川水の塩水化に伴う塩害の問題も生じており、その原因としては、水の過剰使用に伴う河川流量の不足と海水の逆流の他、ユーカリの伐採による地下水位の上昇により、土壌中の塩分が表層で地下水に溶出していることなどが指摘されている。

3. オーストラリアにおける水資源管理

(1) オーストラリアにおける水管理体制

オーストラリアの水資源管理は、図-2のような体制により推進されており、最も上位に位置するのが連邦政府首相、州首相等を構成員とする政府間の政策調整機関「オーストラリア政府間評議会」である。

オーストラリア政府間評議会の下に国家水委員会が設置されており、天然資源管理担当閣僚協議会と調整を図

りながら、連邦政府、州政府等の水資源管理関係機関と連携を取りつつ、政策の遂行を担う。

マーレー・ダーリング川流域は、連邦、4州及び首都特別地域の6つの政府で構成するマーレー・ダーリング川流域大臣評議会が管轄し、実務的な運営はマーレー・ダーリング川流域庁が担っている。また、地域レベルの意見を反映させる窓口として、流域コミュニティ委員会が設置されている。

各州には天然資源管理委員会が存在し、州政府、土地所有者、住民による流域管理団体、自然環境保護グループ、NGO等の活動を調整している。

(2) 連邦水管理法制度の変遷

19世紀末から農業生産の拡大に合わせ大規模ダムやかんがいなどの水資源開発を進めてきたが、1970年代頃までに一巡し、その後は環境運動の高まりなどもあって、大規模な新規水資源開発は困難な状況にある。

このため1990年代から、連邦の水政策は、大規模水資源開発から経済合理主義と市場化を取り込んだ水資源の効率的、効率的利用へと転換していった。連邦水管理法制度の変遷は表-2に示すとおりである。

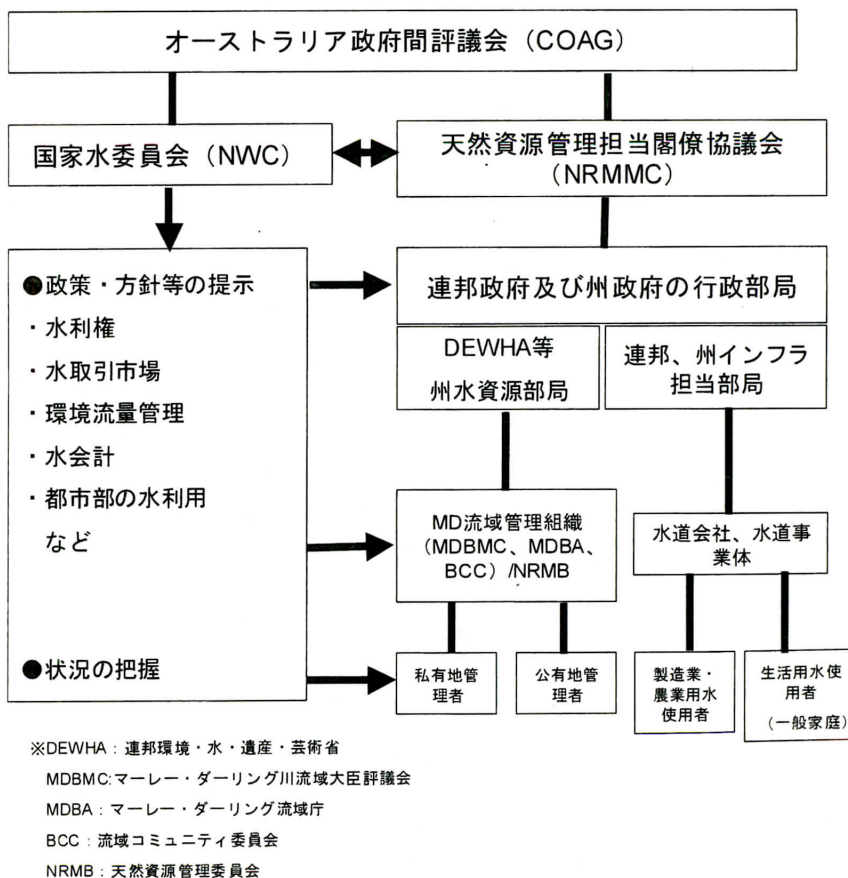


図-2 オーストラリアの水資源管理体制

表-2 連邦水管理法制度の変遷

年	制度	概要
1994年	水改革フレームワーク	・オーストラリア政府間評議会 (COAG) において政策、水供給サービス、規制主体の分離、フルコスト・プライシング、環境および全体計画と水利権の整合、土地と水利権の分離と水取引 (10年間のフレームワーク) を提案
2004年6月	国家水憲章 (NWI) (連邦政府とCOAGにより策定)	・水管理を改善するための総合戦略であり、主要な達成目標並びに水改革の主要分野において取るべき行動とそのもたらすべき結果を規定 ・国家水委員会の創設を決定
2004年7月	オーストラリア水資源基金の創設 (国家水委員会が主導)	・5年間で20億豪ドル ・管理能力の向上や、節水・効率的な水利用のための技術の普及や啓発が中心 ・国家水委員会、農業・漁業・林業省、連邦環境・水・遺産・芸術省が実施
2006年8月18日	国家水憲章実行計画の策定 (連邦、NSW, VIC, QLD, SA)	・国家水憲章を受けた連邦、州政府の実行計画の策定 (国家水委員会が主導)
2007年1月25日	国家水保障計画の発表	・連邦政府首相は、今後10年間に100億豪ドルを投資し、水利権買い取りによる水利権過剰付与問題への対応 (30億豪ドル) に加え、マーレー・ダーリング川流域の連邦一元管理を提案
2007年4月13日	国家気候変動適応構想の発表	・オーストラリア政府間評議会 (COAG) において気候変動の影響を緩和するために、気候変動への適応のための活動を強化し、その中核として「オーストラリア気候変動適応センター」を設立することを合意
2007年9月3日	2007年連邦水法 (Water Act 2007) の成立	・マーレー・ダーリング川流域の管理に関し、マーレー・ダーリング流域庁 (MDBA) を設立し、連邦政府機関に州政府の権限を委譲
2007年10月	オーストラリアにおける気候変動 (Climate Change in Australia) の発表	・連邦気象庁および連邦科学産業研究機構 (CSIRO) は、気候変動による過去の影響評価および将来の影響予測について、オーストラリア気候変動科学プログラムの研究成果を発表
2008年3月	マーレー・ダーリング流域 (MDB) 改革に関する覚書 (MoU) (COAG)	・オーストラリア政府間評議会 (COAG) はマーレー・ダーリング流域 (MDB) 改革に関する覚書を締結 ・締結内容は MDB 改革を通して持続可能な農業を保証すること ・ビクトリア州の食糧プログラムに10億豪ドルの投資、都市の水保全プログラムに連邦予算から15億豪ドルを拠出
2008年4月	将来のための水 (Water for the Future) 発表 (129億ドル)	・連邦政府は、全国の水資源対策に2008/09年度より10年間で129億豪ドル規模の連邦政府資金を拠出 ・最優先課題の一つは、「将来のための水」プログラムに基づき、30億豪ドル規模の水利権買い取りと買い取った水利権の環境用水への転用
2008年7月	マーレー・ダーリング流域 (MDB) 改革に関する政府間協定 (IGA) (COAG)	・オーストラリア政府間評議会 (COAG) は2008年3月のMDB改革に関する覚書に関して政府間協定 (IGA) を締結
2008年9月	各州が水 (連邦権限) 法案 (Water Commonwealth Powers Bill 2008) 提出	・2007年の連邦水法等の制定に伴い、連邦への権限委譲や関連法の改正を定めた州法案を各州議会に提出
2008年10月	水規則 2008 (Water Regulations 2008)	・水市場および水取引のルールづくりを実施していくことを明記したもの ・マーレー・ダーリング流域庁 (MDBA) の権限について
2008年12月	水改正法 2008 (Water Amendment Act 2008)	・2007年の連邦水法に基づき、マーレー・ダーリング川流域委員会 (MDBC) の機能をマーレー・ダーリング流域庁 (MDBA) に移転 ・水取引におけるオーストラリア競争促進消費者保護委員会 (ACCC: Australian Competition and Consumer Commission) の役割の強化 ・流域計画において人間にとって最低限必要な水 (critical human water needs) を提供することを位置付け

1) 国家水憲章²⁾

国家水憲章は、増大する水利用への対応や環境への悪影響を軽減するための抜本的、長期的なビジョンが必要とされていたことを背景に策定されたものであり、全国の水管理を改善するための総合戦略を定めたものである。

水利用の生産性と効率性を向上させ続ける責務を果たしながら、健全な河川と地下水系を保全しつつ、都市および地方に水を供給することが必要との基本認識に立

ち、表-3に示す達成目標を定めるとともに、水使用計画、水取引、水の価格決定、統合水資源管理、水資源収支、都市用水改革、知見、地域のパートナーシップの主要8分野について目標と行動を規定している。

2) 2007年連邦水法³⁾

関係各州政府等の合意に基づき河川を協調管理する従来の枠組みでは、インフラ整備の遅れ、水利権の過剰付与や水使用上限の無視などが繰り返されるとともに、近年の水利用増大による河川環境の悪化、気候変動等によ

表-3 国家水憲章の主な達成目標

<ul style="list-style-type: none"> ・経済的な手法により、環境改善に資するとともに、水に関係する産業の生産性をより高めるため、恒久的な水利権市場を拡大する。 ・水に関係する産業の安全な投資環境の整備のため、より安全度の高い水利権を確立し、水利用状況のモニタリングと情報公開を実施する。 ・より洗練された透明で広範な水利用計画を確立する（主要な河川からの取水、表流水と地下水の交換を含む）。 ・関係者との対話等を通じて、過剰な水利権割り当ての現状をできるだけ早期に解消する。 ・水リサイクルや雨水利用などを通じて、都市用水の消費形態を効率化する。
--

表-4 2007年連邦水法の主な特徴

項目	主な特徴
① マーレー・ダーリング流域庁 (MDBA: Murray-Darling Basin Authority) の設立	・2007年連邦水法では、専門家から成る独立機関であるマーレー・ダーリング流域庁 (MDBA: Murray-Darling Basin Authority) を設置し、流域一貫の流域計画を策定することとなった。
② 流域計画	・流域計画には、表流水と地下水の総合的かつ持続可能な水利用限度の設定や、同流域の水資源に対する気候変動等のリスクの特定およびリスクマネジメント戦略を規定するなどの取り組みも含まれる。
③ 連邦環境用水保有機構	・2007年連邦水法では、連邦環境用水保有機構を創設することとなった。 ・連邦環境用水保有機構は、マーレー・ダーリング川流域および連邦が水を所有する同流域外の環境資産の保護・保全のために連邦の環境用水を管理する。
④ 水料金と水市場のルール策定	・オーストラリア競争促進消費者保護委員会 (ACCC: Commonwealth Environmental Water Holder) は、国家水憲章で合意されているラインに従って水料金と水市場のルールを策定、施行する。 ・水市場が州界をまたがって自由に運用されることおよび一貫性のない水料金徴収による異常な結果を防ぐことを目的とする。

る利水安全度の低下などが顕在化してきたため、新たな取り組みが必要となった。

これらの状況を背景として、2007年に連邦水法が制定され、マーレー・ダーリング川流域の管理を部分的に連邦政府機関に権限委譲することと定められた。これにより、流域管理が各州政府等の権限となっていたオーストラリアにおいて、初めて部分的ながらも連邦政府機関が水資源管理を行う枠組みを持つこととなった。

連邦水法の主な特徴は、表-4に示すとおりであり、流域計画を策定する流域庁を設立した他、環境用水の管理、水取引制度の設立などを盛り込んでいる。

(3) 連邦政府の水資源管理に関する取り組み

1) 連邦環境・水・遺産・芸術省の役割

連邦環境・水・遺産・芸術省は、2007年12月の行政再編により、連邦環境・水資源省が再編されて誕生した組織である。オーストラリアの環境と遺産を保護すること、芸術と文化を推進することを目的とし、国家政策、計画及び法制度の開発と遂行を行っている。水資源管理に関しては、オーストラリア全体の水政策（“将来のための水”計画）策定、州間調整や資金の確保が主な業務である。

“将来のための水”計画は、2008～09年度から予算129億豪ドル（1豪ドル＝約80円）を投入して開始されている。主要な計画は次に示すとおりである。

i) 地方の水計画

- ・マーレー・ダーリング川流域の改革
- ・水市場、水価格ルールの策定

- ・持続可能な地方の水使用と施設（農業の近代化と節水計画）
- ・流域の水バランスの修復（水利権の買い取りと環境用水への転用）

ii) 水環境計画

- ・連邦環境用水管理の推進
- ・全国の湿地の保全
- ・河川の生態系のモニタリング、健全度評価
- ・マーレー・ダーリング流域の湿地と生態系の保全
- ・大鑽井盆地持続可能な開発可能量の測定
- ・エア湖流域の排水管理（水質、生態系改善）

iii) 都市の水計画

- ・都市部の水改革（気候変動や河川環境を考慮した水供給、水利用）
- ・再生水利用および海水淡水化計画の策定
- ・水効率化計画の策定
- ・マーレー・ダーリング川流域住民の節水計画の策定
- ・国家雨水・雑用水利用計画の策定
- ・スマート・ウォーター・プログラムの策定
- ・緑地基金の支援（緑地の保全）
- ・家庭用節水機器の基準策定

iv) 水質改善計画

- ・国家水質管理戦略の策定
- ・水質管理計画の策定
- ・タスマニア川水質イニシアティブ

v) 水情報改善計画

- ・水情報の改善（正確な水資源量のモニタリング、評価）
- ・持続可能な水資源賦存量の分析（将来の水資源量の変化予測）
- ・北部オーストラリアの水資源評価

2) 国家水委員会の役割

国家水委員会は、上位機関であるオーストラリア政府間評議会の下、天然資源管理担当閣僚協議会と調整を図りながら、連邦政府、州政府等の水資源管理関係機関と連携を取りつつ、連邦環境・水・遺産・芸術省の政策の遂行を行う独立機関であり、主な役割は次のとおりである。

- ・2004年に策定された国家水憲章の遂行
- ・2007年連邦水法による州から連邦への権限委譲の推進、水資源管理の分散化から中央集権化の推進
また、主な業務は次のとおりである。
- ・11の水改革目標の進捗結果をオーストラリア政府間評議会へ報告すること
- ・水資源に関わるデータのアセスメント、水資源評価報告書の発行
- ・マーレー・ダーリング流域庁に対する国家水憲章の進捗状況の確認
- ・水改革の進捗を踏まえた連邦予算へのアドバイス

3) マーレー・ダーリング流域庁の役割

マーレー・ダーリング流域庁は、2007年連邦水法及び2008年水改正法に基づき、前身組織であるマーレー・

ダーリング川流域委員会の機能を移転し設立されたものであり、連邦環境・水・遺産・芸術省の政策をマーレー・ダーリング川流域で実務的に実行する役割を持つ。

従来は、各州が個別管理をし、河川的能力以上の水利権が付与されていた問題点があったが、流域庁による水系一貫管理によって水消費量が低減されることが期待されており、2008年から地下水を含むマーレー・ダーリング川流域全体の管理を始めた。主な役割は、次のとおりである。

・流域計画の作成

各年において全流域にわたり州毎に表流水と地下水の取水可能量を設定することが含まれる。

- ・州の流域計画の承認に関する主務大臣への助言
- ・マーレー・ダーリング流域内の水取引を促進する水利権情報サービスの提供
- ・同流域内の水資源の測定と監視
- ・情報の収集と研究の実施
- ・同流域の水資源管理にコミュニティを参加させること

マーレー・ダーリング川流域の流況は、図-3に示すとおり9月から11月頃が豊水期であり、1月から4月にかけて最も流量が少ない状態となる。渇水時における水利用は生活用水、環境用水、農業用水の順に優先されており、日本における渇水時の実態的な渇水調整状況と類似した状況となっている。

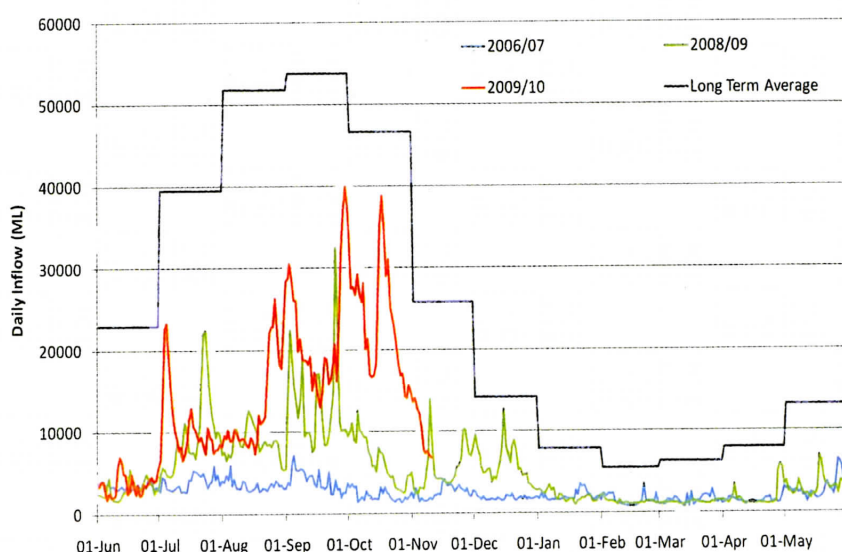


図-3 マーレー・ダーリング川流域の流況

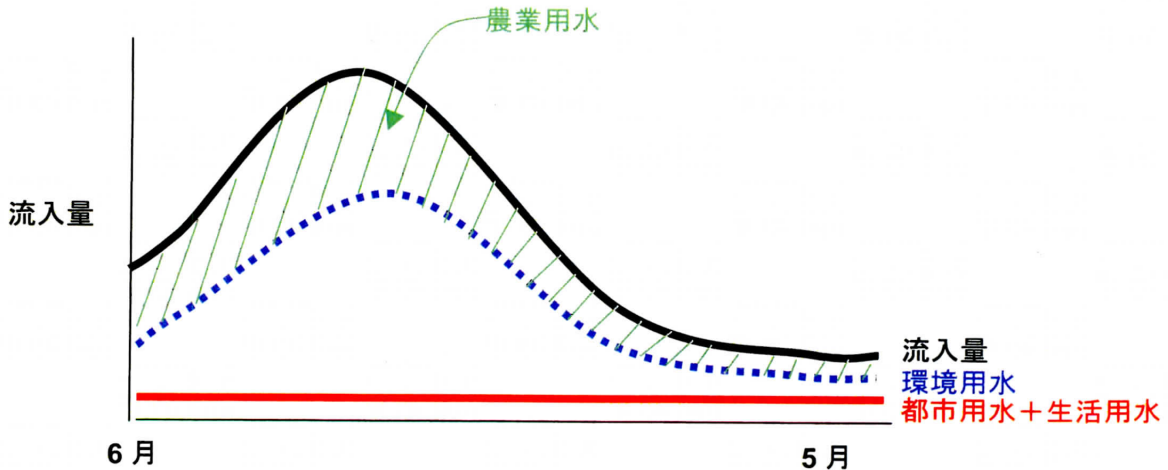


図-4 水使用の優先順位の模式図

表-5 水利権と水取引の種類

水利権の種類	水取引の種類	権利
水利権 (Water Entitlement)	恒久取引 (Entitlement trades)	<ul style="list-style-type: none"> ・利用可能な上限値が定められた永久的な権利。 ・水利権は更に「利水安全度の高い水利権」と通常の利水安全度の「水利権」に分けられる。 ・10年おきに見直しが行われる。
水使用权 (Water Allocation)	一時取引 (Water allocation trades)	<ul style="list-style-type: none"> ・水利権の枠内で流況等に応じて年度毎に使用可能な量が配分される権利で、一時的に使用权が譲渡されるが、期間満了後、元の水利権者に返却される。

環境用水に関しては図-4の模式図に示すように日本の正常流量のような一定の流量ではなく、流況に対する一定の比率を確保することとしている。また、渇水時には、プール、洗車等の節水規制や湿地帯の蒸発防止策が実施され、渇水被害の低減が図られている。

(4) 水取引について

1) 水利権と水取引の種類と背景

オーストラリアの水利権と水取引の種類は、表-5のように分類される⁴⁾。増加し続ける人口と伸び続ける農業生産を支えるための水需要は1960年代以降増大の一途をたどり、農業開発の進展とともに乱発された水利権量は、河川の供給能力を超えるまでに至った。

水資源開発が伸び悩む中、水資源不足への対応策として、限られた水資源を他の水利用者と競争しつつ取得することや環境保全との両立など水利用の効率化を進めることが求められ、1980年代より水取引が始められた。

その後、各州において、土地所有権と水利権が順次分離されて水利権のみの取引が可能となったこと、水取引制度が改善されてきたことに伴い、水取引が徐々に発達してきた。

2) 水取引の仕組み

水取引を開始するためには、次の手順が必要である。

- ・土地所有者は、土地の所有権から水利権を切り離し、財産権として州の登記部門で登録する必要がある。登録には①水量、②信頼性、③移転可能性、④品質を示す必要がある。
- ・州政府は、登録者について利用可能量を表示した水利権を決定し、水利権許可証が発行される。
- ・水利権許可証を持つ各水利用者（灌漑農家を中心）は、水取引を媒介する第三者機関を經由して水利権の売買（恒久取引、一時取引）を行う（図-5参照）。ここに、オーストラリアの水利権は、最大取水量を示す恒久水利権（恒久取引の対象）と毎年の流況を見て決定される取水可能量（一時取引の対象）の2階建てであることが特異な点である。
- ・なお、売買にあたっての交換レートは、経済至上主義に陥らないよう州政府の制約がある。
- ・水取引の成立には、最終的に各州・特別地域政府の承認が必要となる。
- ・水取引の範囲は、水路で直接的に繋がった範囲に事実上限定されている。

3) 水取引の現状

国家水委員会が報告した2008～09年度の水取引では、表-6に示すように2007～08年度と比較して、恒

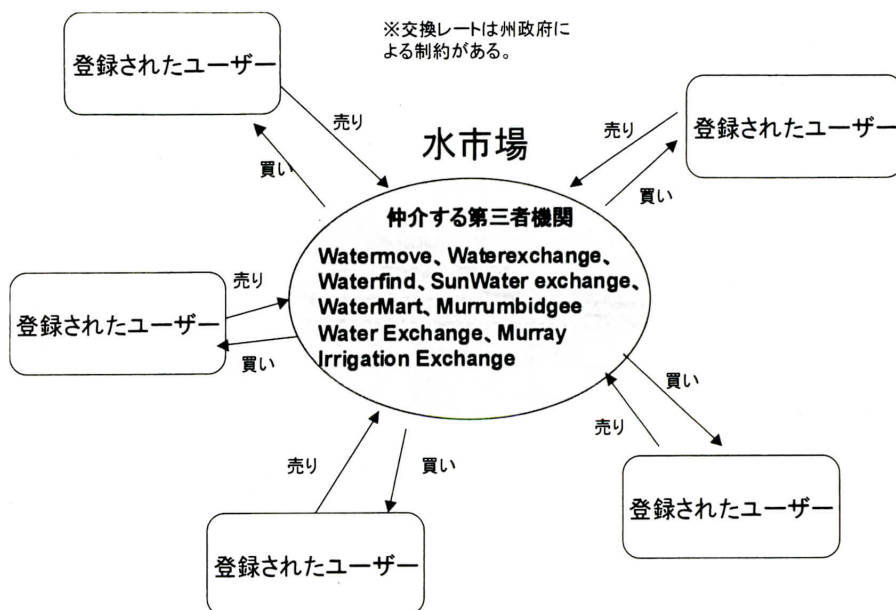


図-5 水取引の概念模式図

表-6 2000～09年度の水取引実績

取引種類	恒久取引 (Entitlement trades)			一時取引 (Water allocation trades)		
	2007～08 (GL)	2008～09 (GL)	変化%	2007～08 (GL)	2008～09 (GL)	変化%
マーレー・ダーリング川流域	618	1080	+ 75%	1237	1739	+ 41%
他の水システム	302	720	+ 138%	357	419	+ 17%
オーストラリア全体	920	1800	+ 95%	1594	2158	+ 35%

久取引がオーストラリア全体で大きく増加 (95%) し、一時取引も増加 (35%) した。特にマーレー・ダーリング川流域外での恒久取引が活発化 (138%増) している。

水取引の総額も 16 億豪ドル (2007～08 年度) から 28 億豪ドル (2008～09 年度) と 1.75 倍増加し、利水安全度の高い水利権の相場は 1,750 豪ドル / ML から 2,000 豪ドル / ML に上昇した。

一方、州間の恒久取引は、2008～09 年度は皆無となった。現在、ビクトリア州の 6 つの地域の取引が規制されており、かんがい地域の恒久取引は全水利権量の 4% 以内とする制限について、これまでも国家水委員会は撤廃するよう求めてきたが、この報告でもそれを裏付ける結果となっている。

州間の一時取引は、ニュー・サウス・ウェールズ州からビクトリア州へ 236 GL、ニュー・サウス・ウェールズ州から南オーストラリア州へ 317 GL などが行われている。

(5) クィーンズランド州政府の水資源管理に関する取り組み

1) 南東クィーンズランド水戦略⁵⁾

クィーンズランド水委員会は、南東クィーンズランドにおける人口の増大に伴う水使用量の増大、気候変動の影響への対処等を目的として、南東クィーンズランド水戦略を策定した。

この水戦略において、南東クィーンズランド州の水需要は、2006 年渇水により住民の水使用が効率化された結果、230 リットル / 人・日 (渇水以前は 300 リットル / 人・日) に低減したとされている。一方、水供給に関しては、今後の人口の増加、気候変動による水供給安定性の低下等を考慮し、北部地域とのパイプラインによる相互水融通等による広域的な対応により対処する計画となっている。また、南東クィーンズランドの多数の水道事業者、下水道事業者について、再編成による組織運営の効率化も盛り込まれている。

具体的な水需給計画については、今後 50 年間を見通して、図-6 のような水需要の見通しに基づき策定されている。ここに、水需要は、現在の水準を維持しながらも、人口の増加によって増大すると推定している。一方、現在建設中の Wyaralong ダム、Hinze ダムの嵩上げなどが 2012 年に完了することにより、当面の水需要

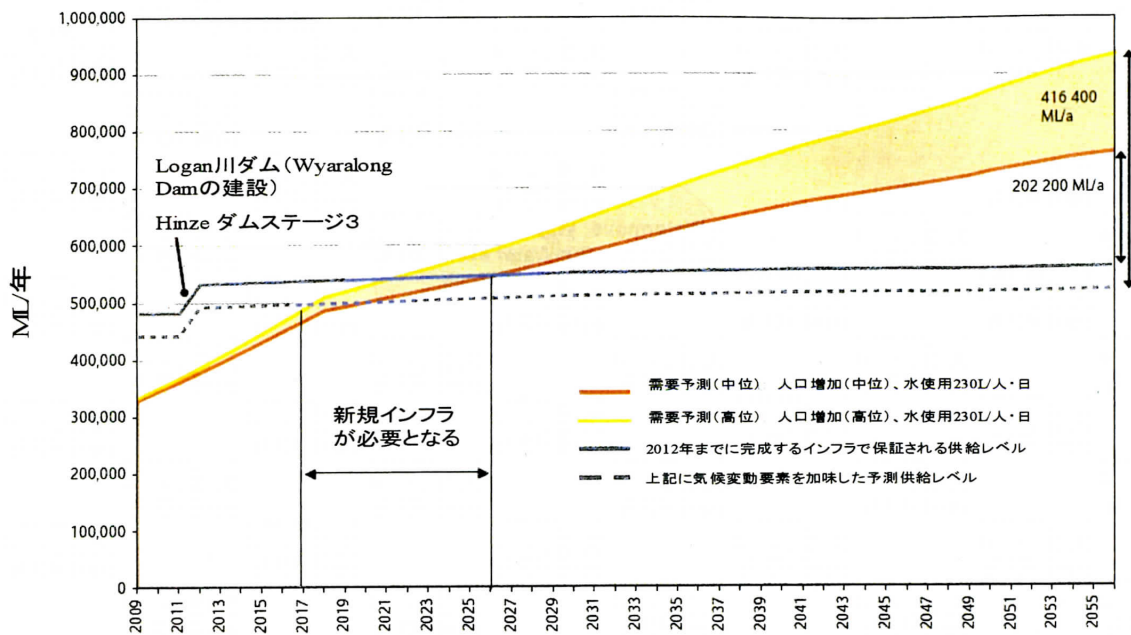


図-6 今後50年の水需給予測 (水使用量230リットル/人・日)

をまかなえる供給体制が確保され、高位需要予測では2017年前後まで、中位需要予測では2026年前後までは水需給バランスが確保される。計画の具体的な前提条件は次のとおりである。

- ・恒久的節水対策が定着していることを想定
- ・中位給水規制(給水量15%制限)が、
 - 25年に1度以上の頻度で発生しないこと
 - 6ヶ月以上規制を継続することが50年に1度以上の頻度で発生しないこと
- ・ダム貯水量が10%を下回る確率は1,000年に1回以下とすること

水供給施設は、2002年の水規制法に基づき位置づけられたものであり、図-7に示す施設が存在する。ここに、ダム等の渇水対応施設は100年に1回の渇水に供給できる能力で計画されている。さらに、図-8に示す再生水の利用や海水淡水化を含む水源の多様化とその連携によって南東クィーンズランド水供給網を形成し、水需要の増加や気候変動への対応力を高めていくこととしている。主な事業の概要は、次に示すとおりである。

- ・北部パイラインプロジェクト
 - 水資源に恵まれた北部の貯水池と地域中心部を相互に水融通を図る導水路を建設する。
 - 人口増加の著しいクィーンズランド南東部における利水安全度を向上させるため、ダム相互を導水路で連結し、渇水時には相互に融通する。

- ・南部地域パイラインプロジェクトおよび海水淡水化プラントプロジェクト

—地域南端に建設される淡水化プラントからの水を地域中心部に送水する。ここに、海水淡水化プラントはグレートバリアリーフの環境保全に配慮して、市街地から遠く離れた南方海岸に建設され、長大な導水路で市街地に導水される。

—Hinzeダムの嵩上げ、複数の取水堰の建設により、河川水の新規開発及び取水を行う。

- ・西部再生水プロジェクト

—ブリスベン等の地域中心部の下水処理水を高度処理した再生水を、発電所冷却水や水道水源としてWivenhoeダム上流に逆送し、ダムの貯水量を増大させる。逆送箇所をダム直上流までではなく、貯水池上流までとした理由は、ダム直上流において上水道がダム直接取水を行っており、下水処理水が直接上水道取水口に混入することを防ぐためである。

現在進行中の水供給施設は表-7のとおりである。Traveston Crossingダムの建設に関しては、環境への影響が大きいため、2009年11月に建設中止が環境大臣により発表された。また、海水淡水化プラントに関して、今後数箇所の計画が策定されているが、濃縮海水のグレートバリアリーフへの放流など環境への影響等により、現在全て建設が凍結されている。

2) 雨水利用の促進



図-7 クイーンズランド州の水供給インフラ (完成済み, 進行中)



図-8 南東クイーンズランド水供給網 (SEQ Water Grid)

表-7 現在進行中の水供給インフラ

Western Corridor Recycled Water Scheme の建設
Southern Regional Water Pipeline の建設
Eastern Pipeline Inter-connector の建設
Northern Pipeline Inter-connector の建設
South East Queensland (Gold Coast) Desalination Facility の建設
Traveston Crossing Dam Stage 1 の建設 (中止)
Wyaralong Dam の建設
Enoggera Water Treatment Plant の拡張
Hinze Dam の嵩上げ Stage 3
Bribie Island および Brisbane 近郊における地下水の開発
Cedar Grove 堰の建設
Bromelton Off-stream Storage の建設

表-8 水使用制限 (Restriction)

対象項目	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4	レベル5	レベル6
かんがいスプリンクラー	3日/週	禁止				
スプリンクラー	4~8am 4~8pm	禁止				
ホースによる庭の散水	3日/週		禁止			
ホースに水の使用	4~8am 4~8pm	7am 以前 7pm 以降	禁止			
バケツや缶による水の使用	常時使用可			3日/週 4~8am 4~8pm	庭への散水は禁止 それ以外: 3日/週, 4~7pm	
プール充填	常時使用可			許可が必要		
ホースによる塗装面洗浄	禁止					
車や家の洗浄	ホースあるいはバケツのみ		バケツのみ		バケツのみ (ミラー, ライト, 窓に限定)	

クィーンズランドにおいては、新規住宅は5m³以上の雨水タンクの設置を義務づけているとともに、戸建て住宅にあっては、雨水タンク購入費用の1/3を補助することにより、雨水利用の促進を図っている。

雨水活用事例として、分散型水資源供給システムの開発があり、道路上に降った雨水 (Storm Water と呼ぶ) を側溝を通じて各戸の貯留タンクに集め、浄化処理した後、非飲料水として各戸のトイレ用水、庭への散水、洗濯等に利用するものである。日本における雨水利用と異なり、人の肌に触れる洗濯用水にまで用途を広げていることは注目すべきである。これら分散型水資源供給システムの建設に要する費用は、各戸の負担となり、その額はおよそ6000~9000豪ドル、ランニングコストは2.5豪ドル/m³である。

なお、クィーンズランド州では、道路路面水や雨水を再生利用する際の水質基準は策定されておらず、トイレ用水、散水、親水用水、景観用水の4用途について基準が既に策定された日本とは異なる。

3) 節水の推進

クィーンズランド州では、25年に1回の渇水時レベルへの対応として節水による規制を行っており、渇水の

レベルに応じて下記の水使用制限ルールがある。

また、日常からの意識啓発方策として、TV広告を行っている他、シャワーを4分間以内に行うべく、4分間砂時計を南東クィーンズランドの全家庭に配布している。

渇水の状況に応じて表-8に示すような6段階に分類された水使用制限ルール⁶⁾があり、一般家庭や企業に適用している。この他最高レベルの制限としてレベル7があり、対象となる全ての水利用は許可なくして行うことができない。

南東クィーンズランドでは、水使用制限ルールに反した者への罰金等の処罰は科せられていないが、州や市によっては、罰金が科せられる地域も存在し、例えば、より水資源が逼迫している南部の南オーストラリア州では、水使用制限に従わない場合、345豪ドルの罰金が科せられ、重大で継続的な違反行為に対しては、個人の場合、最大5,000豪ドル、業務の場合、最大10,000豪ドルの罰金が課せられる。

4. 連邦科学産業研究機構における気候変動への取り組み

連邦科学産業研究機構は、産業や社会、環境のための

卓越した科学と革新的な解決策を策定することを目的とする世界有数の多様な科学的地球研究機関であり、さまざまな部門について研究を実施している。

19 部門にわたる研究部門があり、国内外 57 ヲ所に研究施設が存在する。これらの研究部門は「農業ビジネス」「情報・製造業・鉱物」「環境と自然資源」の3つのグループに分類され、このうち、環境と自然資源は、

- ・エネルギー技術
- ・土地と水
- ・海洋大気研究
- ・石油資源
- ・持続可能な生態系

に分かれ、気候変動に関しては海洋大気研究部門において研究されている。

全球気候モデルによる解析の歴史は、1981年に始まる。1987年には気候変動モデル CSIRO4 に拡張され、簡単な海洋モデルも組み込まれ、1995年に海洋について3次元解析を行うモデルに進化した。

IPCC (気候変動に関する政府間パネル) に対しては、1992年に出された補遺において、全球を 56 * 64 のグリッドに分割した結果が掲載され、1995年の第2次評価報告には、海洋力学結合版、2001年の第3次評価報告には、大気、海洋間の熱流速調整を行ったモデルの結果が掲載されている。

最新の第4次評価報告書 (2007) に対しては、1000年もの長期積分にも耐えるよう、海洋の渦や海水の取り扱いなど様々な改良が施された。データ公開にあたり、人類への影響の大きい地上要素については、再現期間においては1870年から2000年、将来のCO₂排出シナリオの中で最も現実的によく用いられるA1Bと最も高排出なA2シナリオについては2000年から2300年までの1日毎の計算値を公開している⁷⁾。このような400年以上にわたる連続データは、土木計画等、長期にわたる安全性を考慮した設計を行ったり、気候変動が生態系に及ぼす影響を考えたりする上で非常に重要であるが、公開しているのはIPCCの全モデルの中で連邦科学産業

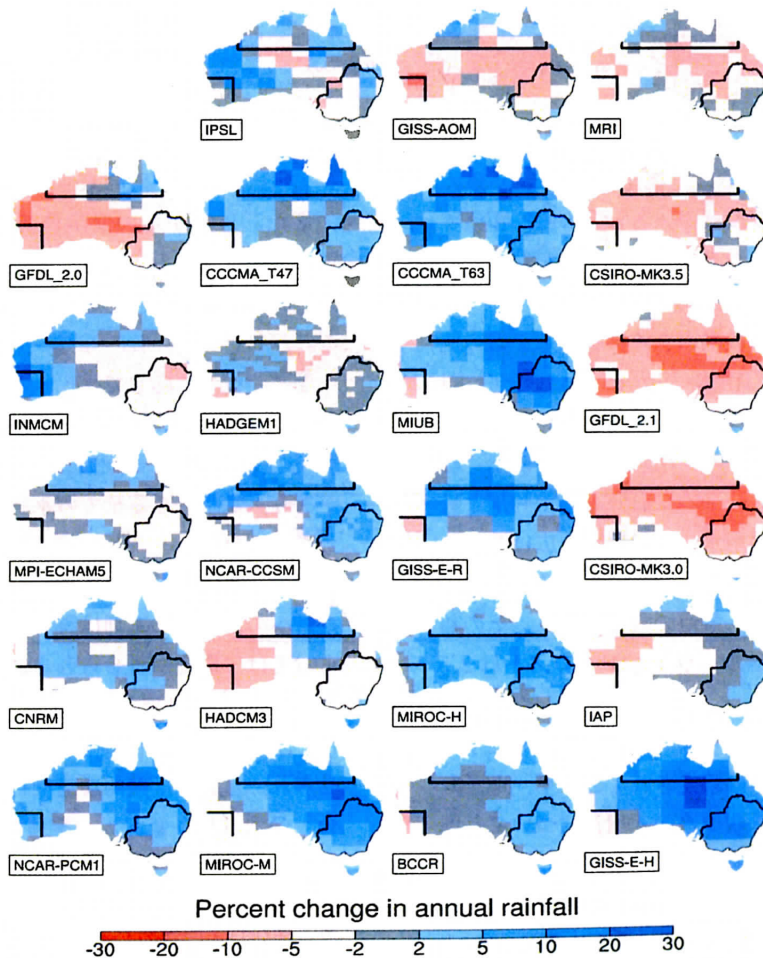


図-9 IPCCの23気候モデルによる降水量予測結果(2030年/1990年)

研究機構のみであり、その貢献度は非常に高いと考えられる。

オーストラリアでは温暖化に伴う干ばつが懸念されるため、地域気候変化の研究にも熱心で、気候変動モデルCSIRO Mark3.5などの気候変動モデルの予測結果の統計的ダウンスケーリングや力学的ダウンスケーリングによる研究が行われている。特筆すべきは、CCAM (Conformal Cubic Atmospheric Model) という可変格子の気候変動モデルを用いて、着目領域のみ詳細に、しかも、側方境界条件の悪影響を受けないという、日米欧

にみられない合理的な研究を行っている点である。

将来のIPCC第5次評価報告に向けたCGCMの改良もすでに進んでおり、Mark3.6ではCO₂以外の温室効果ガスの考慮により、降水量変動の精度向上を実現している。

水資源管理に関しては、オーストラリア全土およびマーレー・ダーリング川流域における気候変動による水資源への影響評価や都市や地方における気候変動適応策の研究を次のとおり行っている。

1) 水資源に関する気候変動影響評価⁸⁾

表-9 各都市における水消費量の予測

都市	水消費量 2030 (ML/Y)	一人当たりの水消費量 (無制限の使用) (KL/Y)	2030年までに減少した持続可能な収量の範囲に留まるために必要とされる一人当たりの水消費量 (無制限の使用) (KL/Y)	必要削減率 (%)
Adelaide	205,731	190	144	24
Brisbane	249,725	210	103	51
Canberra	74,704	187	14	22
Gold Coast	99,112	147	78	47
Melbourne	658,567	159	93	41
Lower Hunter	98,682	181	101	44
Perth	312,966	171	102	41
Sydney	884,236	174	80	54

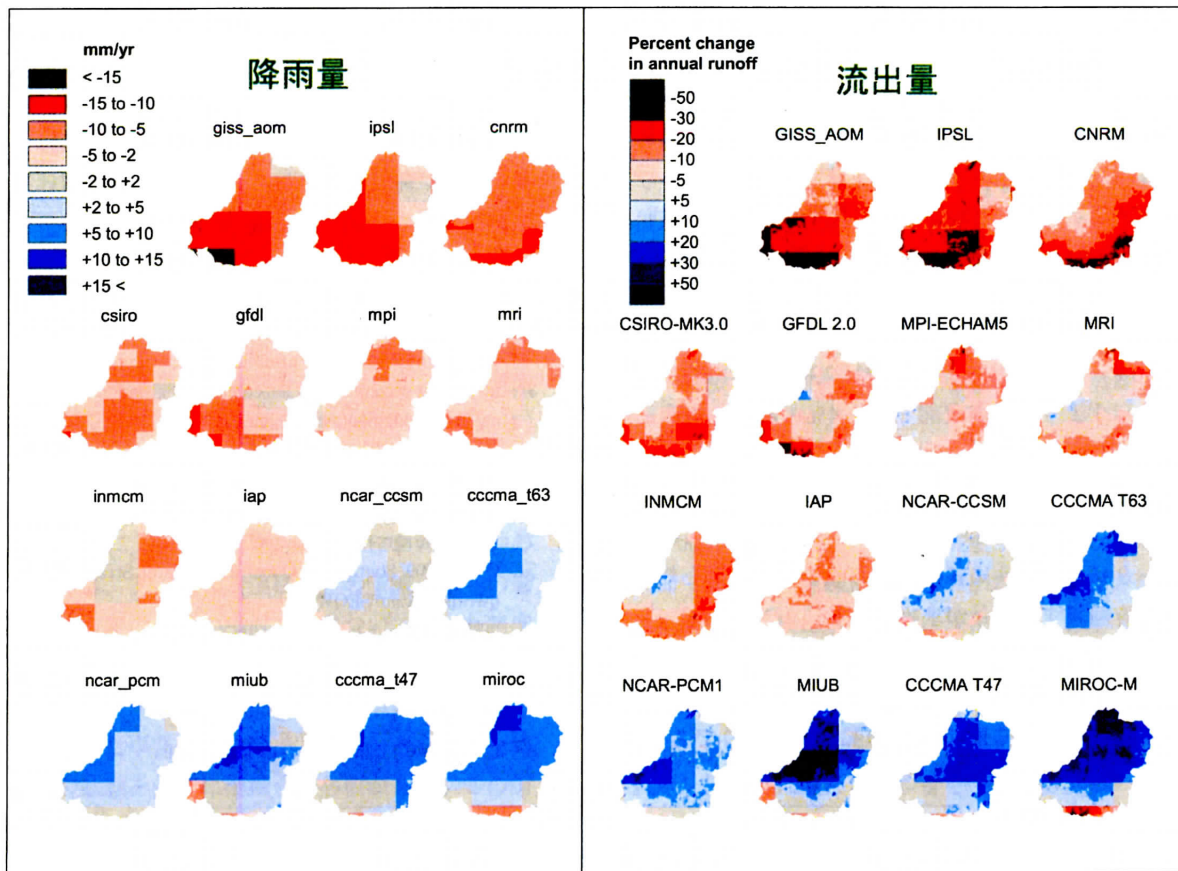


図-10 降雨量と流出量予測 (2030年/1990年)

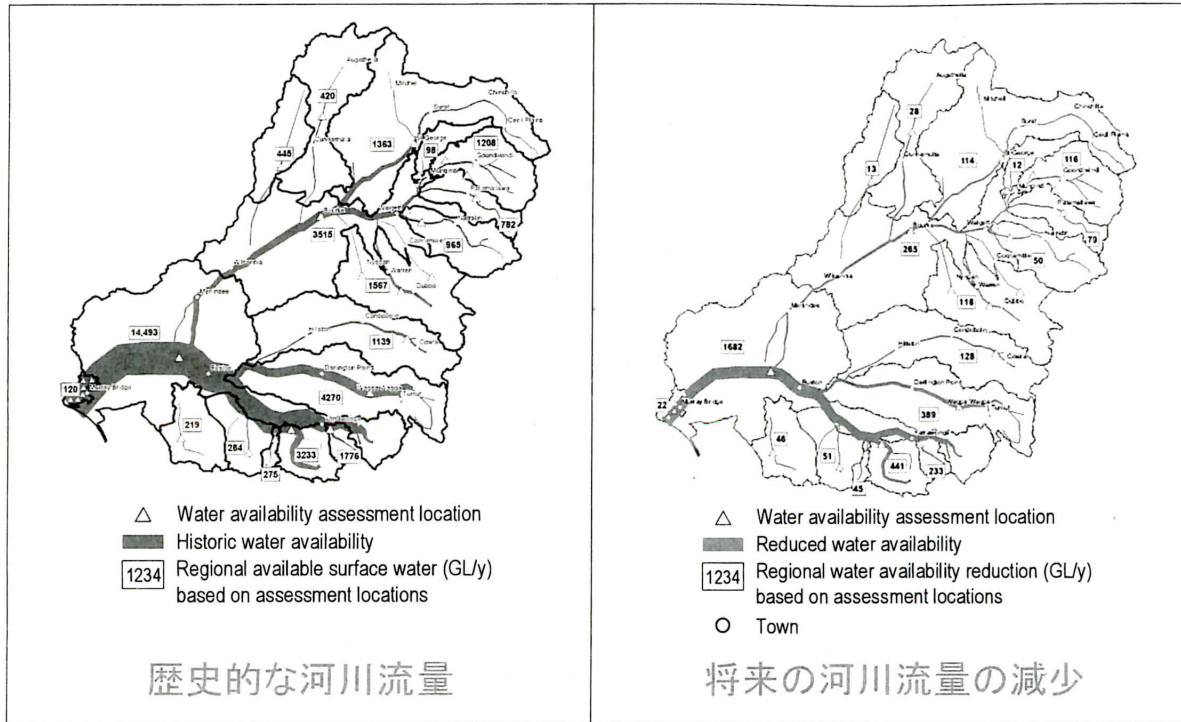


図-11 将来(2030年)のマーレー・ダーリング川の河川流量の変化

水資源に関する気候変動影響評価は、まず、全球気候モデル(約 250 km メッシュ)により降水量を予測し、結果を該当するマーレー・ダーリング川流域を対象に 5 km メッシュでダウンスケーリングする。ダウンスケーリングした計算結果を流域の水文モデルに入力して計算することにより将来の流入量が精度良く算定される。

全球気候モデルは、IPCC の第 4 次評価報告書に用いられた 23 の気候モデルおよび、6 つの排出シナリオを使用し、2030 年、2050 年および 2070 年における予測を行っている。CSIRO-MK3.0 モデルによる予測結果では、2030 年のオーストラリアの降水量は 1990 年と比較して図-9 に示すように、南東部では -4% の減少、南西部で -7%、北部で -1% の減少となっている。

各都市においては、今後、2032 年までに人口が 500 万人増加し、水需要が供給力を上回ると見込まれるため、表-9 に示すように各都市において、一人当たりの水消費量を削減することが求められる。

2) マーレーダーリング川流域の水資源の将来予測

ダウンスケール後のマーレー・ダーリング川流域の降水量と流出量の予測結果は図-10 に示すとおりである。

モデルによってばらつきがあるが、将来は降水量、流出量とも減少傾向にあることがわかる。

また、将来の年平均流出量は減少し、図-11 のようにマーレー・ダーリング川の河川流量は、過去に観測された平均的な流量と比べて大きく減少していくことが予測されている。

参考文献

- 1) Murray Darling Basin Authority. About the Basin: http://www.mdba.gov.au/water/about_basin
- 2) National Water Commission. National Water Initiative: <http://www.nwc.gov.au/www/html/117-national-water-initiative.asp>
- 3) <http://www.comlaw.gov.au/comlaw/Legislation/ActCompilation1.nsf/framelodgmentattachments/12895429803A27B0CA257623001F0332>
- 4) National Water Commission. 2009. Australian Water Markets Report 2008 ~ 2009: <http://www.nwc.gov.au/www/html/804-water-markets-report--december-2008.asp>
- 5) QWC. 2009. South East Queensland Water Strategy: <http://www.qwc.qld.gov.au/SEQWS>
- 6) QWC. Previous levels of water restrictions: <http://www.qwc.qld.gov.au/Water+restrictions>
- 7) http://www-pcmdi.llnl.gov/ipcc/model_documentation/ipcc_model_model_
- 8) CSIRO. 2007. Climate change in Australia