

(仮訳)

Key Issues :

9: 公衆衛生

5: 水質

気候区分:

Df: 冷帯湿潤気候

主題:

- 水力発電用貯水池の水銀の管理



効果:

- スポーツフィッシングを含む伝統的な漁業や狩猟に従事しているCree住民の健康リスクの低減

プロジェクト名: La Grande 水力発電所群

国名: カナダ

実施機関／実施期間:

- プロジェクト: Hydro-Quebec社
1971年 - 2000年
- Good Practice: Hydro-Quebec社、Cree of Quebec、Government of Quebec
1978年

キーワード:

水銀、貯水地、公衆衛生、モニタリング、情報手段、摂取量に関する勧告

要旨:

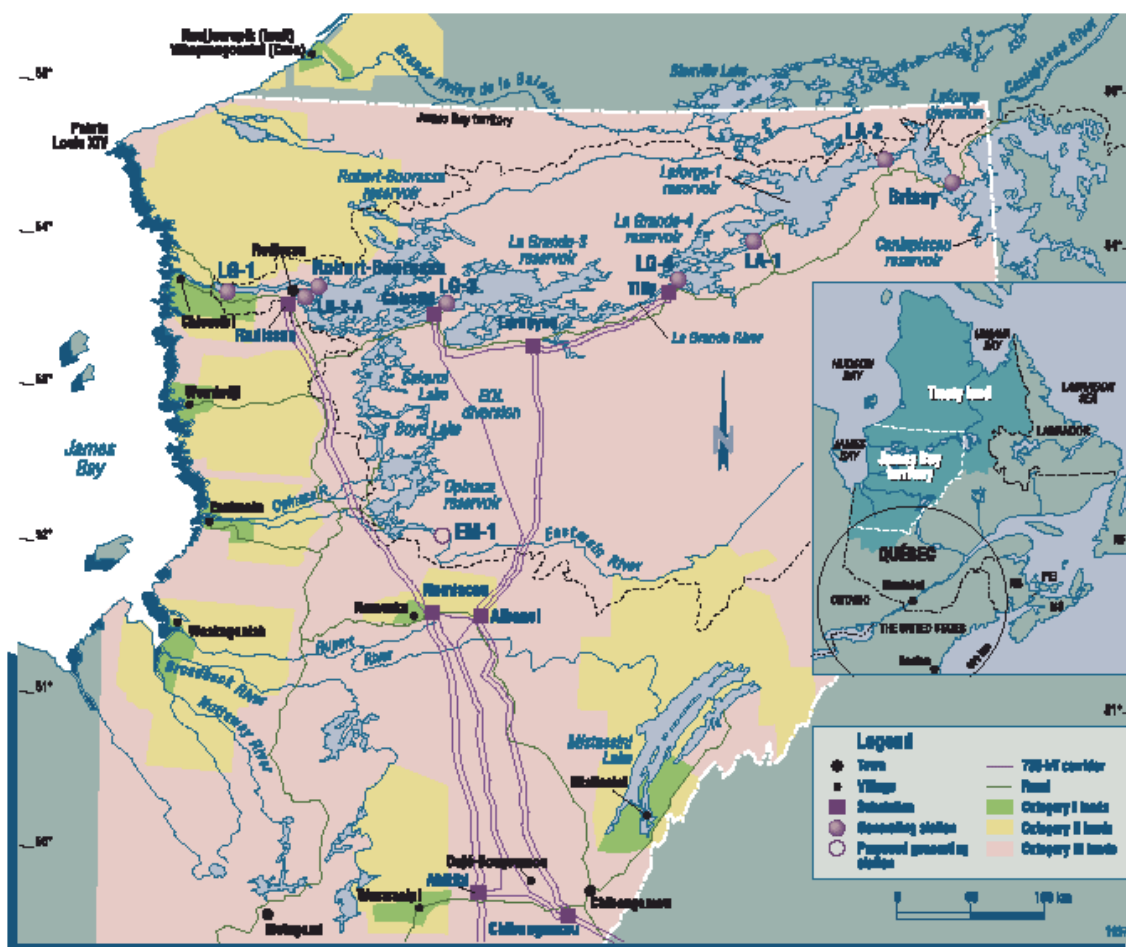
水力発電用貯水池の開発は、魚の水銀濃度を一時的に増加させ、魚を常食している消費者に健康上のリスクをもたらす恐れがある。水銀暴露に関わる健康リスクを低減するためにマネジメントプログラムが実施された。そのプログラムは、James Bay 水銀協定の締結、北部Quebecにおける水銀についての因果関係の研究、水銀に接しているCree 住民および魚の水銀レベルのモニタリング、魚の摂取に関わる助言と広報活動を含む。

1. プロジェクトの概要

カナダの北部Quebecに位置するJames Bay地方は、北緯48°～55°にあつて、350,000 km² を占めている。この地方に位置するThe La Grande 水力発電所群は、電力供給のために建設された。全体の設備容量は、15,238 MWである。2期に分けられたプロジェクトは、8つの発電所からなり、10,809 km² の陸域面積を含む全湛水面積12,953 km² に達する8つの貯水池が必要となる。

(仮訳)

La Grande 水力発電プロジェクト



2. プロジェクト地域の特徴

当地方の地形は氷河通過に由来するもので、3つの区域、すなわち、散在する泥炭湿原と粘土堆積物を伴った幅 150 km に渡る海岸平野、多数の湖を有する丘陵台地、そして最後に東端の荒地に分けることができる。当地方は、火成岩と変成岩から成る最も古い地質構造の一つとして知られているカナダ楕状地の一部である。その気候は明確な四季の変化で特徴づけられる大陸性の寒帯である。年間平均気温は、およそ-4℃である。水文形態は、降雨と降雪、すなわち、融雪による春季の激しい洪水、水量が減少する夏季、降雨が引き起こす秋季の洪水、11月から5月まで続く冬季の低水、に左右される。水は、十分な溶存酸素を含有し、非常に透明で、ミネラルに乏しく、栄養素の乏しい典型的な貧栄養型である。

6つの大河流域の全部またはその一部を含む当地方は、その中に点在する8つのコミュニティおよびその北部境界のすぐ外側に位置する Whapmagoostui 地区に属する約 11,200 人のCree先住民の故郷である。

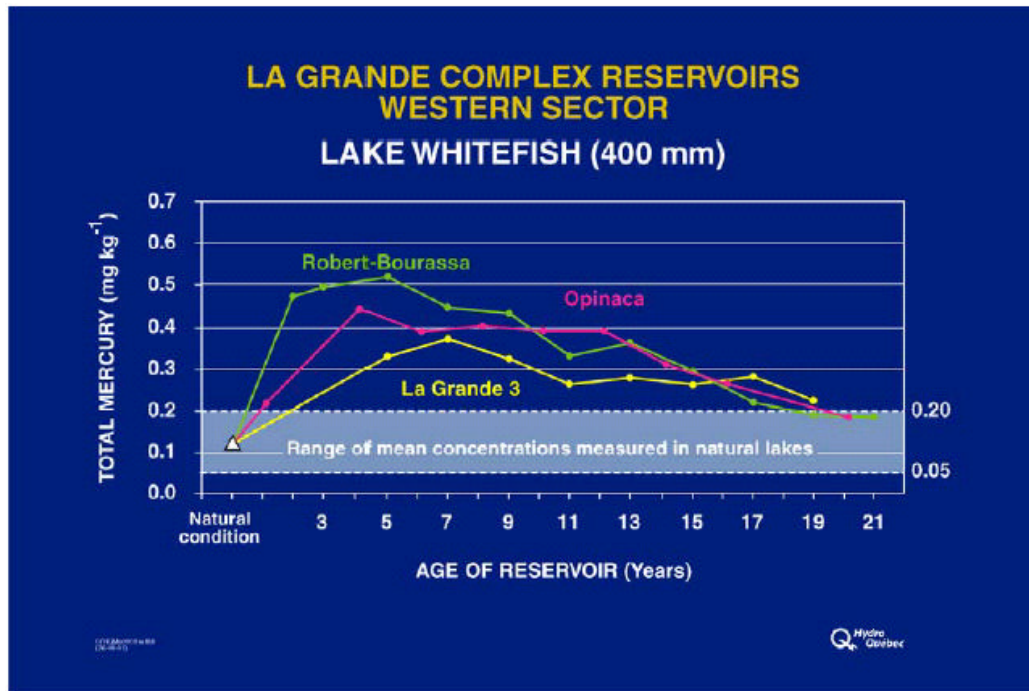
3. 主要な影響

プロジェクトが始まって以来、開発された流域での新しい生態系の主要パラメーターとなる水質、魚類および魚体内の水銀濃度などについて、定期的なモニタリングが実施された。5つの魚種、すなわち魚食性ではない湖シロマス (*Coregonus Clupeaformis*)、long-nose sucker (*Catostomus*)、魚食性カワカマス (*Esox lucius*)、walleye (鱔の一種) (*Sizostedion vitreum*)、そして lake trout (湖マス) (*Salvelinus namaycush*) につ

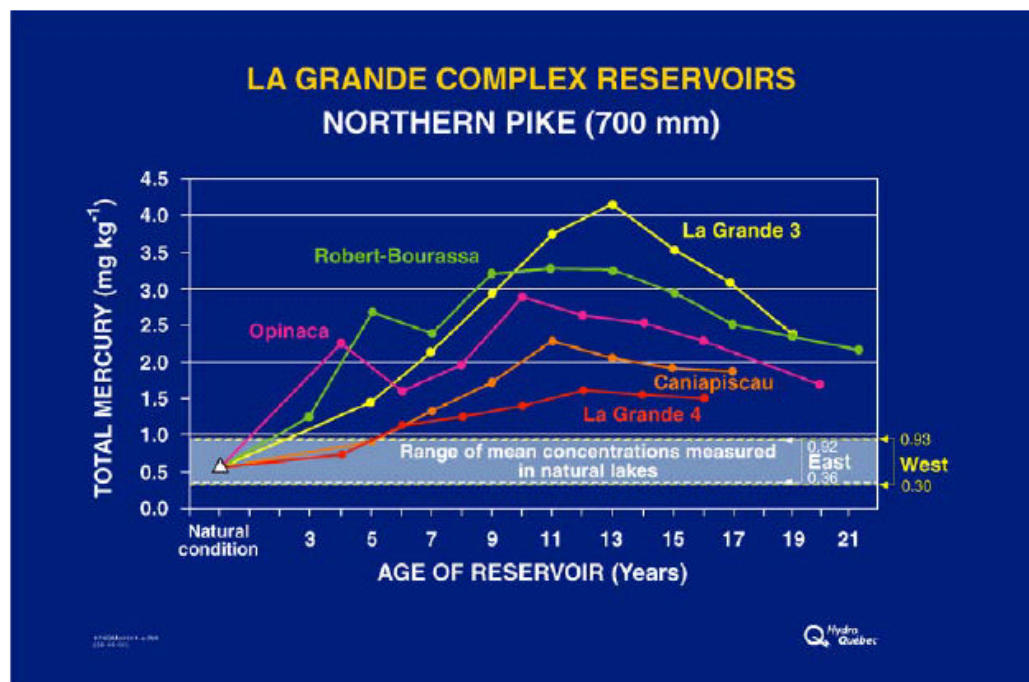
(仮訳)

いての水銀濃度が、20年間に渡ってモニターされた。貯水池内では、全ての種の濃度が湛水後に急激に増加し（非魚食性の魚種では5～9年後に、魚食性の魚種では10～13年後に頂点に達し）、その後ははっきりと漸減した。ピーク濃度は、周辺の天然湖で計測されたものよりも3～7倍のレベルに達していた。非魚食性の魚種の濃度は、湛水後10～19年の後に天然湖での通常レベルに戻った。魚食性のカワカマスについては、湛水から15年後に始まった減少の度合いは、湛水後の20～30年の間に自然的濃度に到達する事を強く示唆している。魚体の水銀濃度の増大は、公衆衛生当局によって安全であると考えられた水銀濃度を超えないよう、月単位で摂取し得る魚料理の回数を大幅に減少させた。

非魚食性の魚種における水銀濃度の一時的上昇



魚食性の魚種における水銀濃度の一時的上昇



4. 影響緩和策

プロジェクトが始まった時点では、貯水池に関わる水銀問題はほとんど知られていなかった。幾つかの貯水池から漁獲された魚がより高い水銀濃度を持っている事は文献で述べられていただけであった。したがって、問題の背景となる魚体の水銀濃度は、発電所群の最初の貯水池の湛水に先立って測定され、その湛水から2年間に渡って行われた調査は、La Grande 地方の変化した環境下にある魚類の水銀濃度の定期的モニタリングが必要であることを証明した。Cree 先住民は、モニタリングによって魚体の水銀濃度の著しい増大が明らかになった後、直ちに知らされた。

水銀問題に関わるHydro-Quebec社の研究プログラム

Hydro-Quebec社は、水力発電開発に起因する魚体の水銀濃度の増大問題に取り組む為に水銀に関わる研究管理プログラムを設立した。1990年に始まり現在も継続している企業としての研究プログラムの費用は、およそC\$ 1M/年 [約 1億円/年] である。このプログラムには以下の活動が含まれている。

- La Grande発電所群によって変化した環境下にある魚体の水銀濃度のモニタリング；
- 貯水池内の魚体の水銀濃度を予測するモデルの開発；
- 魚食性の動物相へのリスク評価；
- Quebec北部の自然環境および水力発電用貯水池での水銀の源泉とその帰結についての研究（産学提携の環境講座の中で）；
- 天然湖および貯水池内の魚体の水銀濃度を減少させる方法としての集約的漁法の研究（産学提携の環境講座の中で）；
- La Grande地方の魚の摂取に関わる健康リスクと恩恵の評価；
- 実験用貯水池でのメチル水銀生成に関するカナダ水産海洋省の研究への参加。

これらの多くの研究は、（環境講座の基金の一部を支援している）カナダ野生生物局やカナダ自然科学・工学研究委員会などの政府組織と共同で実施された。

The James Bay Mercury Agreement （水銀協定）

水銀に関する企業内の研究プログラムに加えて、Hydro-Quebec社は、Quebec州政府、Quebec Cree 住民およびHydro-Quebec社との間で、James Bay 水銀協定の締結と履行の交渉を行った。この協定の全体目的は、Cree 住民が彼らの生活様式を維持し、伝統的な狩猟・漁獲を継続できるような救済策を提供し、健康リスクを減少させることであった。この10年協定(1987-1996)は、C\$ 18M の総予算（その内、C\$ 12M はHydro-Quebec社が負担した）で、水銀問題に係る健康、社会文化および環境の側面に取り組んだ。これらの側面の各々に対して、Hydro-Quebec社（2人）、Cree住民（2人）、Quebec政府（2人）の代表者から構成される運営委員会の承認の下で、研究、モニタリングおよび救済策が調査、実施された。

La Grande地方での魚体の水銀濃度のモニタリングが、この協定の下で、環境モニタリングの責任者であるHydro-Quebec社によって継続して実施された。水銀の影響を受けているCree住民のモニタリングは、健康の側面についての責任者であるJames Bay健康・社会福祉事業Cree地域委員会の手によって実施された。

新規貯水池内での魚体の水銀濃度の増加を抑えることを目的とした実行可能な影響緩和策についての厳しい審査は、その実施規模を考慮した場合における救済策の潜在的な副作用および経済的・技術的な非現実性を含む種々の理由によって、実行可能な解決策を提示することができなかった。運営委員会は、水銀濃度の低い灌木食物の収穫と消費を促進するための方法を提供することによって健康リスクの低減を目指す救済策の方にその活動を修正した。

(仮訳)

- ・ 天然湖での漁業を行うコミュニティや家庭への補助金；
- ・ 遡河性の魚種を対象とする沿岸漁業への補助金；
- ・ 野生生物の繁殖計画
- ・ 渡りをする水鳥の捕獲増大計画

乱獲を避けるために、漁獲高に関する適切な生物学的モニタリングにも助成がなされた。

魚の摂取に関わる健康上のリスクと利点、および水銀問題について説明するために、パンフレットや、地図、ビデオのような情報ツールが開発され、Cree コミュニティの中で情報キャンペーンが実施された。 James Bay 健康・社会福祉事業Cree 地域委員会による基準に従って、魚の摂取に関わる注意書きが、Cree住民のスポーツフィッシャーや漁業従事者に配布された。

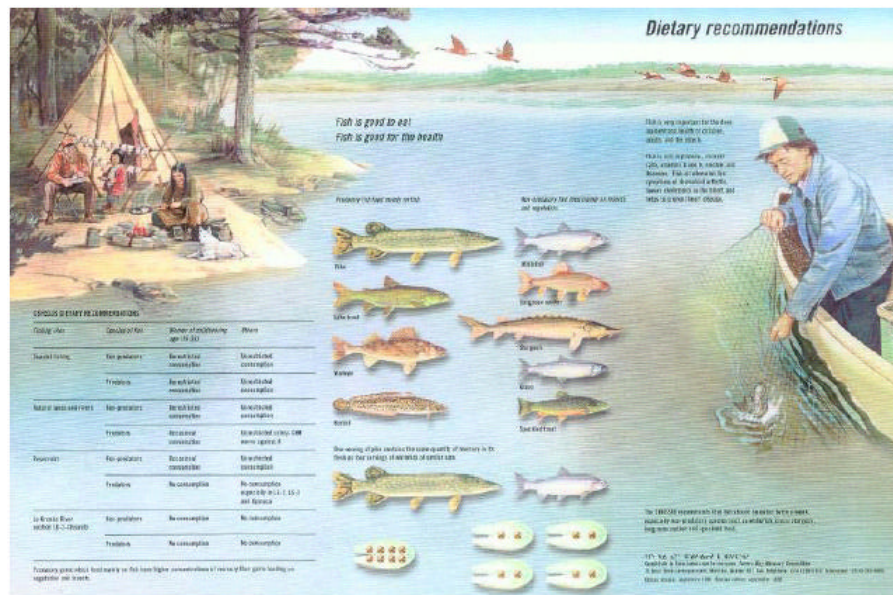
クリー族コミュニティでの情報活動



テーブルマットの形式でフランス語、英語、クリー語で作成された情報ツール



魚の摂取に関わる注意書き



5. 影響緩和策の効果

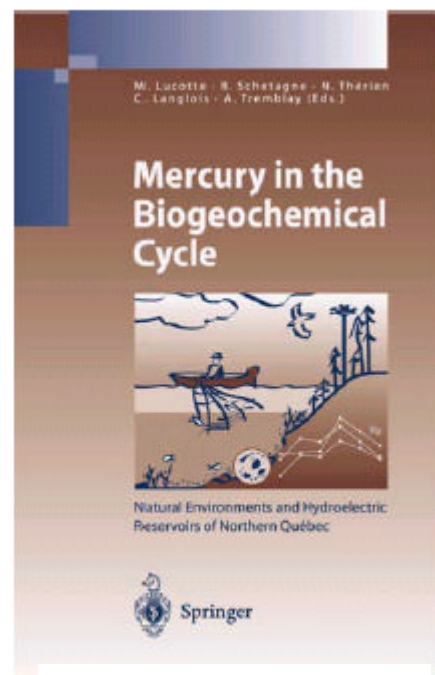
Hydro-Quebec社の企業内研究プログラムとJames Bay 水銀協定の活動を通しての水銀問題のマネジメントは、多くの重要な結果を生み出した。 Hydro-Quebec社の環境部門は、Quebec北部の自然環境および水力発電用貯水池での水銀の源泉とその帰結に関する論文発表に示されるように水力開発に関連した水銀研究において世界的なリーダーとして認められることとなった（Lucotte et al., 1999）。

Hydro-Quebec社の企業内研究プログラムは、貯水池でのメチル水銀の生成とその魚への移転に関わる生物地球化学的プロセスの包括的理解を可能にした。 湛水後の魚体の水銀濃度の増加の程度と期間が立証され、貯水池内の魚体への水銀蓄積を予測する数値モデルの開発を可能にした。

水銀問題に取り組んだHydro-Quebec社の責任ある態度は、水銀問題および魚の摂取者への潜在的な健康リスクは、適切なモニタリングと補償形式の救済策の他、魚摂取の健康リスクと利点を漁師に知らせる情報・伝達活動を通じて適切に管理することができるということを示すことによって、最近の多くの水力発電プロジェクトの政府承認を円滑にしている。

論文の解説

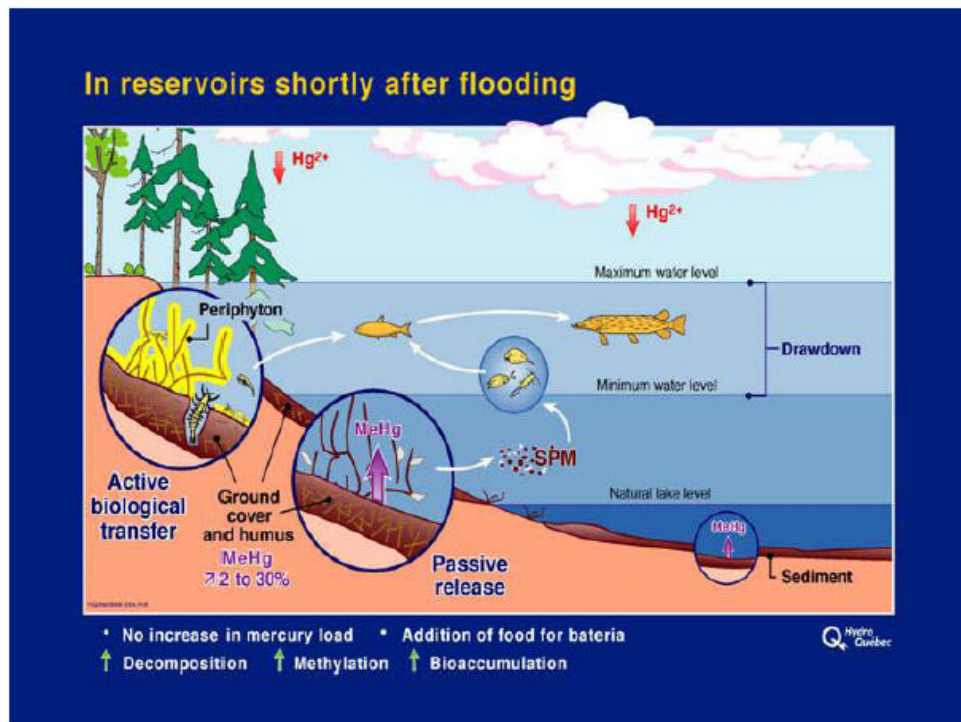
この論文は、北部Quebec(Quebec)の寒帯森林地域の自然水系を含めて水力発電用貯水池内の水銀の生物地球化学的循環について知られている事項の包括的見解を提示している。 天然湖、陸性環境、水力発電用貯水池および魚食性の野生生物に係る水銀問題についての14件の論文が、同分野の専門家により査読され統合的に提示されたのである。 最新且つ最適なサンプリングや分析手法を用いて、大学、政府機関、産業界によって実施された10年以上の研究の結論を表している。 また、その論文は貯水池内の魚体の水銀濃度の20年以上のモニタリング結果も示している。



水銀に関する研究論文

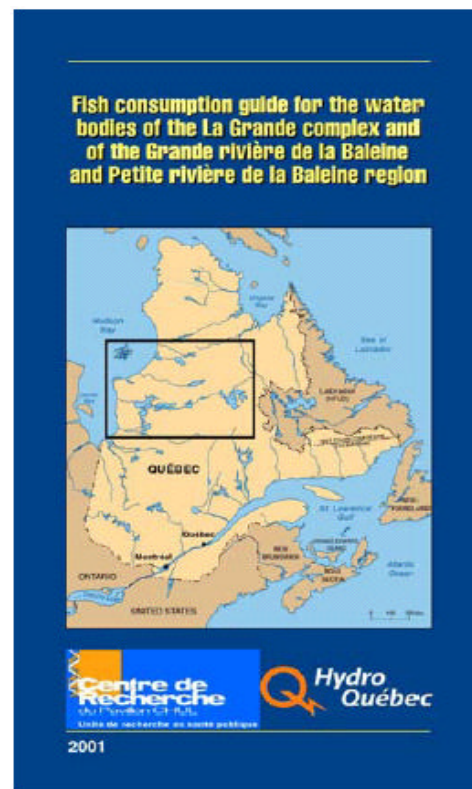
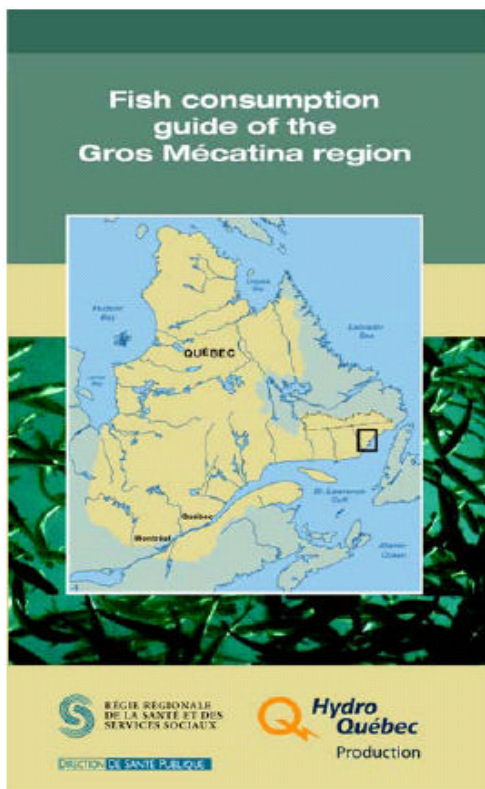
(仮訳)

貯水池内でのメチル水銀生成の一時的増加と移転に係るプロセス



新規プロジェクトの各々について、非原住民のスポーツフィッシャーに対する魚の摂取に係る注意書きが、カナダ国と州の暴露基準に基づき、Quebec公衆衛生局との協同で作成された。

スポーツフィッシャーに配布する地図形式での魚の摂取に係る注意書



(仮訳)

James Bay 水銀協定の下、James Bay Mercury運営委員会によって選ばれ、助成された影響緩和策は、伝統的な狩猟と漁業活動を促進し、地域社会全体に恩恵を提供し、天然資源の正しい環境管理と両立することができた。

La Grande発電所群での水銀問題によって影響を受けているCree住民にとっては、概して、湖と沿岸地域のいずれでも漁場の交替が最も好ましいものであった。この対策は、漁業活動や魚の摂取を好ましいとするこれらの緩和策の目的のいくつかを満足させるものであった。実際のところ、低レベルの水銀濃度を示す非肉食性の魚種は、全漁獲量の80%以上に達するような大きな割合を占めている。より高い水銀濃度を持つ肉食性の魚種は、全漁獲量の20%を占めている。したがって、非肉食性の魚種が、高品質の食物源になっている。その上、地域社会内での漁業活動と魚の再分配や、Fort George島での伝統的な祝い事のようなイベントの主催を通じて、Cree住民の内部で社会的な結びつきが高められたのである。魚の個体数に係る生物学的モニタリングを通じて、Cree地域社会は、彼らの漁業を如何に発展させるのかを知り、また、乱獲のリスクを避けるために、魚網の網目サイズを拡大することなどの対策を推奨することができたのである。その結果は、影響緩和策プログラムの履行によって、Cree住民が彼らの伝統的な狩猟や漁業活動を続ける一方で、彼らの水銀への影響を減少させることができた、ということがいえる。(Chevalier et al., 1997)

自給用の漁業活動： 捕獲した魚を見せるクリー人



6. 成功の要因

La Grande 発電所群における水銀問題への取り組みは、真に成功した。その要因として、Hydro-Quebec社が迅速に行動し、関係者全員に迅速に情報提供を行い、問題に適切に取り組む為の共同・協力関係を模索したからであった。

La Grande地域における包蔵水力開発に着手した時点では、陸性環境を湛水した結果、魚体の水銀濃度が一時的に増加する現象は知られていなかった。しかしながら、La Grandeにおける最初の貯水池での湛水の直前になって、いくつかの貯水池内の魚体の水銀濃度が上昇した事が報告されたのである。Hydro-Quebec社は、直ちに、La Grande 発電所群におけるこの新しい問題を記録するための研究に着手した。

(仮訳)

魚体の水銀濃度のモニタリングによって著しい水銀濃度の増加が確認されると直ちに、Cree 住民と Quebec 州政府にその問題が報告された。そして、その問題を研究するために James Bay 水銀協定が締結され、自給用漁業およびスポーツフィッシングにおける影響を低減するための緩和策について資金が用意された。

Hydro-Quebec 社は包括的な研究プログラムを練り上げ、問題の研究と影響緩和策を検討するためカナダの大学や政府研究センターと共にパートナーシップの構築に着手した。研究とモニタリングの結果は、同分野の専門家によって査読される学術誌内において定期的に公表された。魚体の水銀濃度のモニタリングデータが Quebec 州環境省に継続して送付され、そのデータは、淡水スポーツフィッシングの摂取ガイドに組み入れられた。

7. 第三者のコメント

Hydro-Quebec 社は、La Grande 発電所群での環境影響モニタリングプログラム（水銀濃度の追跡調査が重要である）を20年以上に渡って継続維持してきたことに対して、カナダ環境アセスメント局などカナダ政府機関から、企業参画の事例として認められ祝辞を得た。更に、公衆衛生研究者達は、La Grande Complex において魚体の水銀濃度モニタリングを徹底的に行った Hydro-Quebec 社を賞賛した。

James Bay 水銀協定の下で行なわれた影響緩和の取り組みと社会的なコミュニケーション活動は、カナダやアメリカの多数の公衆衛生機関の代表者達から賞賛を受けた。設計段階において相談を持ちかけられた公的機関の代表者らは、Gros Mecatina 地域の為に作成された魚の摂取ガイドに関して肯定的なコメントを述べた。

水銀に係る研究論文も、カナダとアメリカの多数の研究者達から、非常に肯定的なコメントを得た。

8. 詳細情報の入手先等

8.1 参照文献

- 1) Chevalier, G., Dumont, C., Langlois, C., Penn, A., 1997. Mercury in northern Quebec : role of the mercury agreement and status of research and monitoring. Water, Air and Soil Pollution, vol. 97 (1977), p 53-61.
- 2) Lucotte, M., Schetagne, R., Thérien, N., Langlois, C., Tremblay, A., 1999. Mercury in the Biogeochemical Cycle: Natural Environments and Hydroelectric Reservoirs of Northern Quebec. Berlin : Springer. 334 p.

8.2 問い合わせ先

Roger Schetagne
Hydro-Quebec, Production Division
Mercury Program Manager
75, René-Lévesque Blvd. West, 3rd Floor
Montréal (Quebec), Canada, H2Z 1A4
Tel: 514-289-2211, ext.: 4380
Fax: 514-289-5083
Email: Schetagne.roger@hydro.qc.ca