

噴火湾における海洋環境及び漁業生産に果たす河川出水の役割

Role of river runoffs on ocean environment and fishery production around Funka Bay, Japan

中田 聡史^{1*}, 石川洋一², 淡路敏之³, 印貞治⁴, 小山田耕二¹, 齊藤誠一⁵Satoshi Nakada^{1*}, Yoichi ISHIKAWA², Toshiyuki AWAJI³, Teiji IN⁴, Koji KOYAMADA¹, Sei-ichi SAITOH⁵¹ 京都大学 高等教育研究開発推進機構, ² 海洋研究開発機構, ³ 京都大学, ⁴ 海洋財団, ⁵ 北海道大学 水産学部¹Institute for the Promotion of Excellence in Higher Education, Kyoto University, ²Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, ³Kyoto University, ⁴Japan Marine Science Foundation, ⁵Faculty of Fisheries Sciences, Hokkaido University

噴火湾は、親潮水 (OW) と津軽暖流水 (TW) が季節的に流入するユニークな半閉鎖的な内湾として知られている。このような北太平洋西部亜寒帯水と亜熱帯水とを起源とする二つの外洋水に支配される内湾は世界的に希少である。この海洋環境によって海洋生物多様性が促進され、湾内ではサケ・マス等の寒海性種や、カツオ等の暖海性種が漁獲されている。噴火湾に流れ込む 50 以上の小河川は、どれも集水域が 500km² 以下ではあるものの、湾内には顕著な淡水影響域が形成され、ホタテやコンブなどの沿岸漁業に多大な影響を与えている。噴火湾では、時空間的に高解像度な陸海結合モデルによる海洋予測システムが開発された。このシステムによる再現計算データを用いて、噴火湾における陸域・海域相互作用を解析することが可能となっている。

本研究では、噴火湾内で形成される水塊・流動場とそれらの変動へ果たす河川水の役割について調べた。また、陸海域の経年環境変動がコンブ漁獲高にどの程度影響を与えているかを類推した。海況と漁獲高に顕著な差異があった 2008 年と 2009 年を例に、2009 年のコンブ不漁地域差の要因を考察した。

陸海結合モデルによる高解像度再現計算は、京都大学海洋大循環モデルと陸域マルチ河川モデルを噴火湾において局所結合した陸海結合モデルを使用した。青森県の太平洋側と日高湾を含む領域を水平解像度約 1.5km、鉛直 78 層で分解した。4 次元変分法を用いた北西北太平洋の海況再解析データと 3 段階のネスティング手法によって側面開境界条件を決定した。海面境界には GPV-MSM の 3 時間平均風応力と NCEP-NCAR の 6 時間平均熱・水フラックスを与えた。マルチ河川モデルは、全河川の集水域の植生・熱・水収支が考慮された分布型タンクモデルで構成される。外力は GPV-MSM データを与えた。

噴火湾では時計回りの循環場は河川出水および風応力によって駆動される。本再現計算では、夏季の風が穏やかな日においても時計回りの循環場が確認された。3 月から 6 月にかけて噴火湾内に注ぐ河川からの融雪出水は河川流量全体の 8 割近くを占めた。2009 年は時計回りの循環場が強いことがわかった。2009 年は積雪が多く、雪解け水による春季 (3~7 月) における平均全河川流量 (145 m³/s) が 2008 年 (132 m³/s) のそれより多いため、時計回りの循環が強化されたと考えられる。河川の栄養塩濃度から湾内への全窒素負荷量 (TN) を見積もると、2009 年 (141 ton/月) は 2008 年 (182 ton/月) の 1.3 倍であり河川流量の増加に伴って負荷量も増加した。

河川水を考慮した場合と、考慮しない場合の数値実験によって感度解析を実施した。解析期間は、典型的な噴火湾の海洋環境場が観測された 2008 年を対象とした。河川を考慮した計算は、湾内における水塊配置の季節変化をうまく再現していた。河川からの融雪出水を受けて、4 月以降に低塩な噴火湾夏季表層水 (FS) が親潮水 (OW) の直上に形成された。ところが、河川無しの場合では FS がほとんど形成されなかった。河川を考慮した場合、海面冷却による対流により混合水 (MW) が形成されるが、河川を考慮しなかった場合、MW の量は著しく少なく、非現実的な津軽暖流水 (TW) が噴火湾全体を占めていた。

本研究結果から、主に融雪出水由来の河川希釈水は、夏季から秋季にかけて時計回りの循環を強化させていることがわかった。また河川希釈水は FS を形成して湾内に滞留し、海面冷却期における TW の水塊形成量を抑制させていることがわかった。2009 年は親潮流入が著しく小さく、噴火湾南岸ではコンブ漁獲量が 2008 年の半分以下に、北岸は 1~3 割程度減少した。北岸でコンブ漁獲量減少が抑制されたのは、河川から流入した栄養塩が河川水流入によって強化された時計回りの渦により北岸に沿って移流され、コンブの成長を促した可能性がある。

キーワード: 陸海域相互作用, 陸海結合モデル, 融雪出水, 水塊形成, 高解像度シミュレーション, 噴火湾

Keywords: land-sea interaction, a land-sea-coupled model, snowmelt runoff, water mass formation, high-resolution simulation, Funka Bay