



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Studies on Lightning IC/CG Ratio and Effects of Lightning and Rainfall Currents on Global Electric Circuit [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	Bandholnopparat, Kittanapat
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第13909号
Issue Date	2020-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/78431
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Bandholnopparat_Kittanapat_review.pdf, 審査の要旨



学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博士（理 学） 氏 名 Bandholnopparat Kittanapat

審査担当者	主査	教 授 高 橋 幸 弘
	副査	教 授 倉 本 圭
	副査	教 授 石 渡 正 樹
	副査	講 師 佐 藤 光 輝

学 位 論 文 題 名

Studies on Lightning IC/CG Ratio and Effects of Lightning and Rainfall Currents on Global Electric Circuit
(雷放電の IC/CG 比及びグローバルサーキットへの雷・降雨電流の影響に関する研究)

博士学位論文審査等の結果について（報告）

本論文で著者は、雲内放電(IC)と雷雲地上間放電(CG)という異なる雷放電発生形態の比(Z 値)に着目し、その緯度・地域・季節依存性を圧倒的な統計量で高精度に推定した。これまでは、ごく限られた地域で得られた不確定性の高い雷放電データを基に Z 値が推定されてきたが、およそ信頼に足るものではなかった。しかし著者は、GLIMS という当研究グループが中心的に開発・運用した、国際宇宙ステーション搭載の雷放電観測装置で得られた 8500 例近くの大量の雷放電観測データを用い、雷放電の青色発光と赤色発光の強度比の差から放電形態を決めるという斬新な手法を独自に開発し、それによって雷放電の形態を判別することに成功した。さらにそこから Z 値を推定し、 Z 値は低緯度で高く高緯度で低くなることを特定した。さらに、陸域($Z=1.7$)の方が海域($Z=1.1$)よりも、夏季($Z=1.0$)の方が冬季($Z=0.52$)よりも Z 値が高くなることを世界で初めて定量的に特定した。これらは、陸域の方が海域よりも上昇気流が強く高高度の雷雲が形成されるため、さらに夏季の方が冬季よりも地表面温度が高く相対的に高高度の雷雲が形成されるため、と解釈されることを示した。

次に著者は、グローバルサーキットと呼ばれる全地球規模の電流回路について、これまでに無い新たな3次元モデルを開発し、このモデルによって推定した晴天域での大気電場強度と実際に観測された大気電場強度との定量比較を行った。このグローバルサーキット回路は、積乱雲での発電を起電力とし、地球表層と電離圏を球殻コンデンサーとみなし、僅かに流れる電流によって、地上で計測される鉛直電場の時間変動を説明するものである。1930 年頃に提唱され、盛んに研究されてきたが、いまだに極度に単純化された等価回路で表現される1次元モデルを用いた考察にとどまっている。本論文では、著者が GLIMS のデータを用い、雷放電及び積乱雲と降雨の世界分布を考慮した、世界初となる本格的な3次元グローバルサーキットモデルの構築に取り組んだ。

まず、GLIMS データから推定した Z 値と、地上雷放電観測網 (JLDN, LNDN, WWLLN, GEEON) で得られた雷放電データを基に、世界中の雷放電発生数を雷放電発生形態 (IC, +CG, -CG) 別に見積もった。さらにそこから、雷放電によって鉛直方向に運ばれる電流の世界分布図を作成した。次に、積乱雲の降雨が輸送する電荷量、すなわち降雨による電流の世界分布を降雨観測データ (GPM) から推定した。これらを初期値として 3 次元グローバルサーキットモデルによって大気電場強度を計算した。さらにこの結果と、南極昭和基地・英国・日本の 3 地点で観測された大気電場強度との定量的な比較を行った。その結果、モデルで推定された結果は観測結果と極めて良い一致を示した。雷放電と降水の実観測データに基づき初めて推定した地上鉛直電場の変動は、実際の観測結果と整合するもので、推定の正しさを示唆している。さらに、グローバルサーキットに流れる全電流のうち、雷放電活動に由来する電流と、降水活動に由来する電流の、それぞれの寄与率を求めた。その結果、雷活動に由来する電流はグローバルサーキットの全電流に対して僅か 6% しか担っておらず、残りの 94% は降水活動によっていることを世界で初めて定量的に明らかにした。

こうした結果は、最初の仮説提唱から 100 年近く本質的な進展が見られなかったグローバルサーキットモデルの研究に対し、地球規模の観測データに基づく、初めての本格的なモデル構築を行ったという意味で、学界に強いインパクトを与えるものであり、学術的な意義は極めて大きいと判断する。

すでに査読論文が 1 篇出版済みであり、もう 1 篇の査読論文を学会誌に投稿中、さらにもう 1 篇の査読論文の原稿を準備中であり、質・量ともに十分であると判断する。

よって著者は、北海道大学博士 (理学) の学位を授与される資格あるものとしてここに認める。