

クラカタウ火山噴火が引き起こす気候炭素循環変動 —気象研地球システムモデルによる解析—

*小畑淳・田中泰宙・足立恭将・行本誠史・地球システムモデル開発グループ（気象研）

1. はじめに

火山噴火によるエロゾルは一時的ではあるが日射を遮断し、気温低下・降水減少・植生衰退等の環境変動を引き起こす。ここでは、その総合的且つ定量的理解の為に、大気海洋陸域及び生物圏の諸過程を組み込んだ地球システムモデルを用いて、現代に比べ環境への人為的影響が小さい19世紀後半、1883年のクラカタウ火山噴火による環境変動を解析する。

2. 実験方法

気象研地球システムモデル(行本他 2011 気象研技術報告)を用いる。モデルの産業革命以前に相当する定常状態(計算済)を初期値として、火山噴火や人為起源二酸化炭素排出の歴史をモデルに与えて1850年から現代まで計算する。歴史的な大規模火山噴火による二酸化硫黄放出量はAndres & Kasgnoc (1998 JGR), Bluth et al. (1997 J. Geology), Stothers (1996 & 2001 JGR)を用い、大気における硫酸エロゾルの生成とその振る舞いは全球エロゾルモデル MASINGAR (Tanaka & Chiba 2005 JMSJ) 改良型 mk-2 により計算される。ここでは特に1883年のクラカタウ島(スンダ海峡、インドネシア)火山噴火に注目して環境変動を調べる。

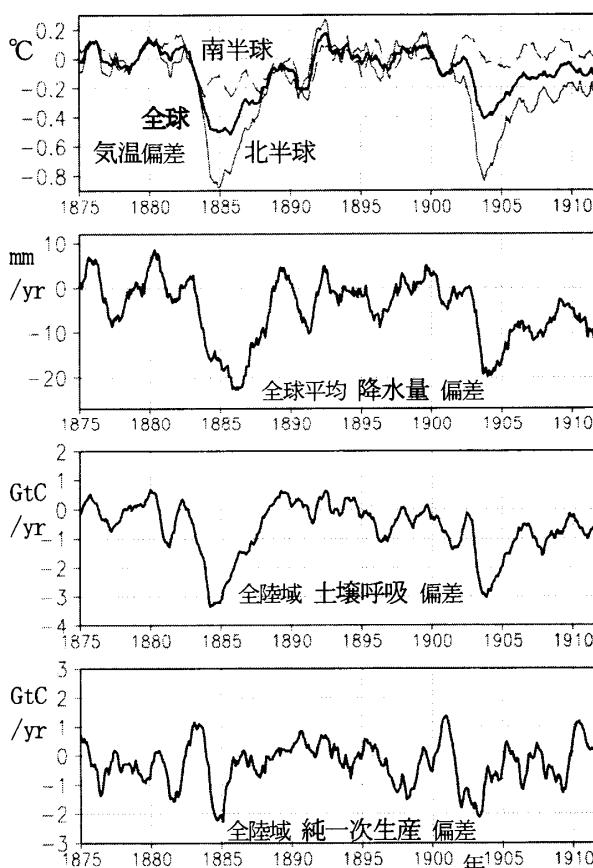
3. 結果と考察

クラカタウ火山噴火により地表面への短波放射は3~4W/m²減少し、噴火の一年後、1884年に全球平均気温の低下は0.5℃、全球平均降水量の減少は約20mm/yr(約2%)となる。特に陸域の多い北半球の気温低下は0.8℃である。その気温低下の為、陸域生態系の土壌呼吸は3GtC/yr(5%)減少する。土壌呼吸の減少ほどではないが、日射減少や降水減少による光合成の弱まりで、陸域の純一次生産も2GtC/yr(3%)減少する。海洋は低温化により二酸化炭素の溶解度が高まることで二酸化炭素吸収の傾向を示すが、その変動幅は陸域炭素循環に比べて一桁近く小さい。従って、土壌呼吸(二酸化炭素放出)の減少が最も影響して、大気二酸化炭素は2GtC(1ppm)減少する。以上の変動は数年後、1890年頃には解消する。1902年のサンタマリア(グアテマラ)等の火山噴火についても同様の変動が見られる(但し変動幅はクラカタウ火山噴火の8~9割)。(図1)

地域別に見ると、クラカタウ火山噴火に伴う気温低下は北半球の中緯度から高緯度にかけての陸域で顕著である(1~2℃低下)。その為、北米東部やヨーロッパからロシアにかけての地域で純一次生産が1~2割減少し(図2)、一時的ではあるが農業生産に被害をもたらした事が推測される。

本モデルでの気温低下(-0.5~-0.8℃)は古気候資料による気温再現(例えば-0.3℃: Robock 2005 GRL)に比べ過大評価であるが、両者共に不確実性を有する。

また、火山噴火により直達日射が減少する一方で散乱日射が増加し、植物の光合成に好条件とする研究(例えば Gu et al. 2003 Science)もあり、本モデルでの陸域純一次生産は過大に減少している可能性がある。



GtC=10の9乗トン炭素 年の目盛の位置はその年の1月
図1 上から、表面気温、降水量、土壌呼吸、陸域純一次生産について、1863-1882年の平均を引いたもの

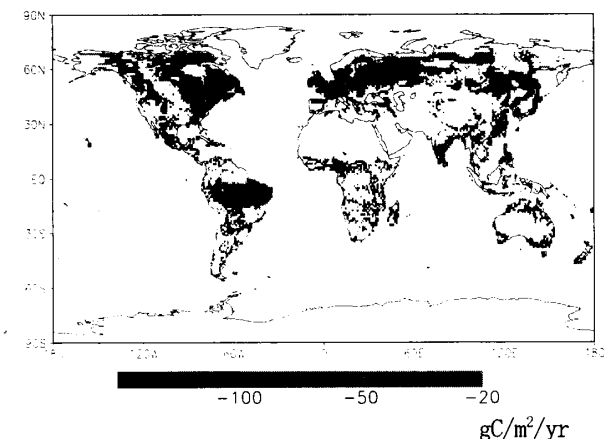


図2 1884年3月-1885年2月の陸域純一次生産について、1863-1882年の平均を引いたもの