

屋外カメラ画像を用いた首都圏に発達する積乱雲の位置・高度推定

千葉工業大学生命環境科学科

学生員

○橋北 太樹

千葉工業大学生命環境科学科

正会員

小田 僚子

防衛大学校地球海洋学科

菅原 広史

気象研究所

清野 直子

1. 目的

近年、首都圏では局地的大雨による都市水害が深刻化しており、その発生場所や時間、規模を事前に予測することが必要とされている。そのためには、局地的大雨の原因となる積乱雲の発生・発達過程の解明が重要である。これに対し、首都圏へ流入する海風が上空大気の水蒸気・風系場に影響を与えていることが指摘されている¹⁾。そこで本研究では、東京湾沿岸の4地点に定点カメラを設置し、雲の発生・発達を多角的に捉え、ステレオ観測により局地的大雨発生前の積乱雲の発生場所や高度を定量的に推定することを目的とする。

2. 観測概要

図-1に示す4地点にカメラを3台ずつ設置した。観測地点の詳細を表-1に示す。周辺に高い建物はなく視界は開けている。使用したカメラはPanasonic製のBB-HCM735の屋外対応ネットワークカメラである。カメラの仕様を表-2に示す。なお、レンズの曲率による歪みを補正した画像により解析を行った。

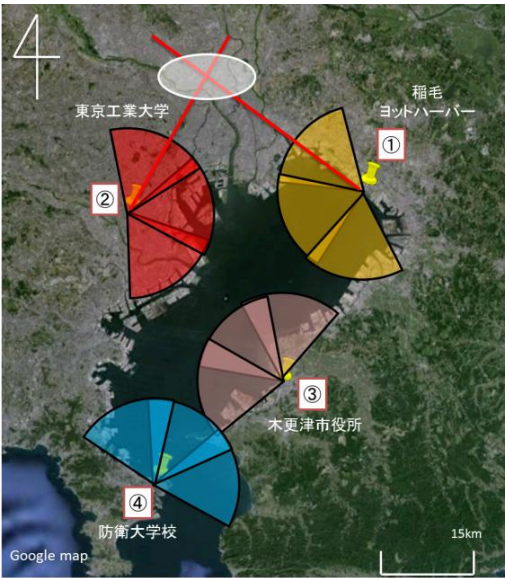


図-1 各観測地点の位置

本研究では、東京都北部で積乱雲の発達が顕著に表れた2013年7月8日の事例に着目する。この日は朝から昼まで首都圏では晴れており、気温は日中に東京で30℃を超えていたが15:00から雲がで始め、東京都足立区付近で15:50頃に局地的大雨が確認された。

3. 雲の位置・高度推定方法

異なる地点で撮影した画像から同一の形の雲を見つけ、平面地図上において各カメラの設置地点から雲が存在する方向へ線を引き、交わった地点がその上空で雲が発生している位置と推定される。

雲の高度は、カメラの仰角 θ を用いて以下の式より計算した。

$$h = d \times \tan \theta \tag{1}$$

ここで、 d :カメラから雲までの水平距離(km), h :カメラから雲までの高さ(km), $\theta = \text{ピクセル値} \times 0.10625 \text{ (degree)}$ である。

4. 積乱雲の位置・高度推定

図-2は2013年7月8日15:20において稲毛ヨットハーバー、東京工業大学から撮影した雲の様子である。各画像の赤丸内に、同一のものと思われる積乱

表-1 観測地点の詳細

	緯度	経度
①稲毛ヨットハーバー	N 35° 37'26.20"	E 140° 3'21.58"
②東京工業大学	N 35° 36'4.35"	E 139° 41'6.32"
③木更津市役所	N 35° 22'33.98"	E 139° 54'59.95"
④防衛大学校	N 35° 15'23.73"	E 139° 43'15.35"

表-2 カメラの概要

型番	Panasonic BB-HCM735
形状	約100×100×74mm
重さ	340g
消費電力	約3.3～7.5W
画角	左右 69° 上下51°
画素	1.3Mピクセル

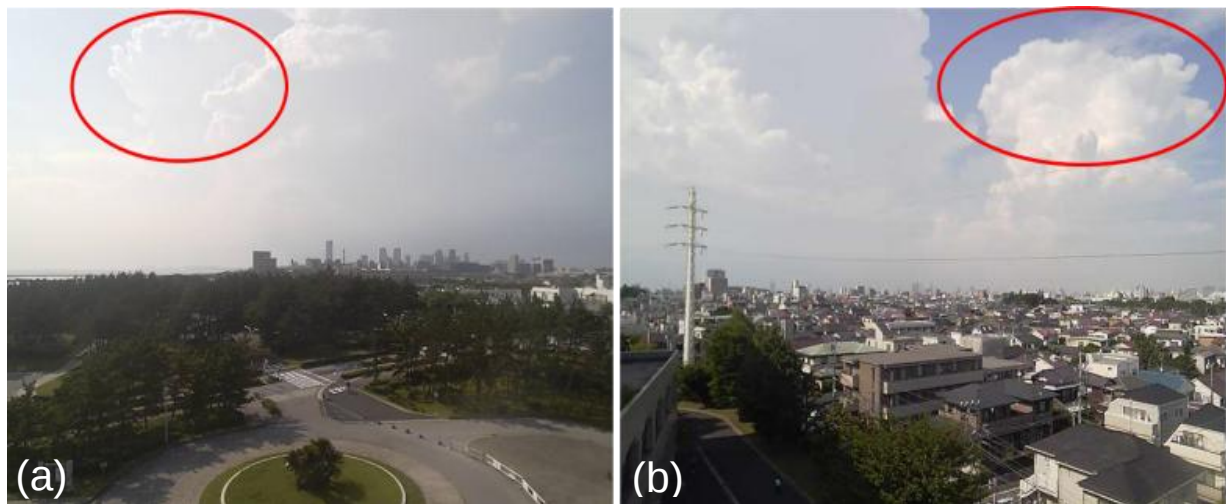


図-2 2013年7月8日15:20に(a)稲毛ヨットハーバー, (b)東京工業大学から撮影した積乱雲の様子

雲が発達している様子がわかる。上述の方法を適用すると、雲の発地点は東京都足立区付近と推定された(図-1参照)。図-3に、積乱雲の発達が顕著に見られた14:50~15:25の5分ごとの雲頂高度の時間変化を示す。これによると、14:50では5km未満だった雲が30分間で10~13km付近まで発達したことがわかる。この付近で局地的大雨が発生する前に急速に積乱雲が発達していた様子が捉えられた。

5. 積乱雲の位置・高度推定

4. で推定した積乱雲の位置・高度推定の検証データとして、衛星画像(ラピッドスキャン²⁾)およびラジオゾンデ観測結果を用いた。衛星画像の結果でも東京都足立区付近に積乱雲が発達している様子が捉えられており、本手法により推定された雲の発生位置とほぼ等しい。一方、7月8日9:00の館野におけるラジオゾンデ観測結果³⁾によると、15km付近で風向の急激な変化(西風から北東風)が見られるとともに、温位変化からも15kmより上空が安定層となっていることが確認され、この高度付近が対流圏界面であると考えられる。従って、積乱雲発生時間と約6時間のずれはあるものの、当日の日中は約15kmまで積乱雲が発達でき、かなとこ雲となることが予想される。上述の通り、カメラ画像から算出した積乱雲の高度は約10~13kmであることから、ラジオゾンデ観測結果から推定される雲の鉛直方向の発達限界高度と概ね合致していると考えられる。

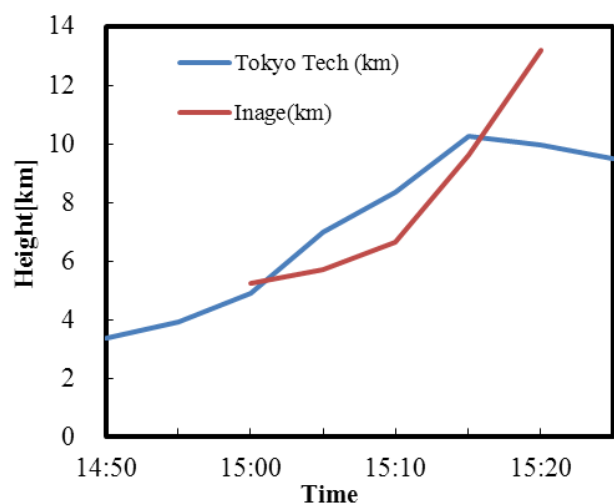


図-3 2013年7月8日の積乱雲の雲頂高度時間変化

6. まとめ

本研究では数地点に屋外ネットワーク可視カメラを設置することでステレオ観測が可能になり、カメラ画像から積乱雲の位置・高度を推定することに成功した。成長の初期段階から積乱雲の位置を推定することで、局地的大雨発生場所や時間を予測できる可能性が示唆された。

謝辞

本研究は科学研究費補助金若手研究(B)(課題番号:24760401, 代表:小田僚子)および文部科学省・社会システム改革と研究開発の一体的推進「気候変動に伴う極端現象に強い都市創り」の支援を受けた。

参考文献

- 1) 小林文明・菅原広史・小川由佳・神田学・田村幸雄・日比一喜・宮下康一・本条毅・足立アホロ・三上岳彦・石井康一郎(2006):夏季晴天時東京都心における対流雲発生時の下層風系, 風工学シンポジウム論文集, pp. 43-48.
- 2) 太原芳彦・毛利浩樹(2013):天気, ラピッドスキャン, pp. 59-61.
- 3) 気象庁, 高層気象観測結果(館野):
<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/upper/index.php>