

複数の方法で得た層積雲の雲底高度の比較

A comparison of the height of the bottom of stratocumulus clouds

千葉県立船橋高等学校理数科 3 年
高濱 大介

はじめに

空に浮かぶ雲の高度を知りたいと思ってもそれは意外に難しい。対流雲ならば地上の気温や露点などから求めることが出来るが、対流雲以外の雲底高度は求められないかと考えこの研究に至った。

目的

層積雲のより正確な雲底高度を知る。

層積雲について

十種雲形の一つで地上付近～2000mに多く見られる下層雲に分類される。全体として層状、曇天をもたらす雲の中で最も多く見られる雲であり、また降水をもたらすことがあまりないという理由から今回の研究対象にした。



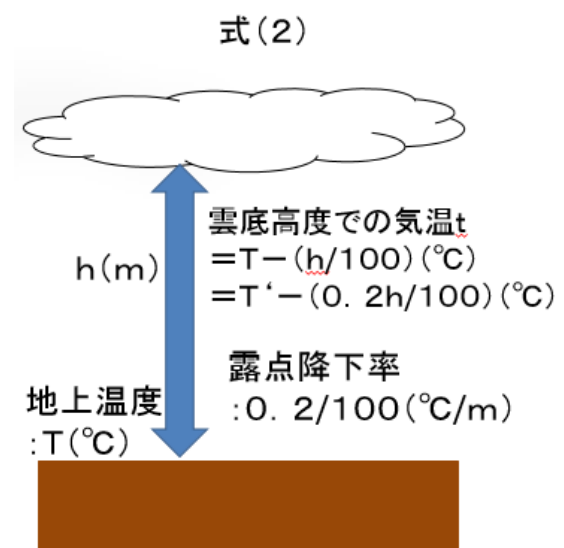
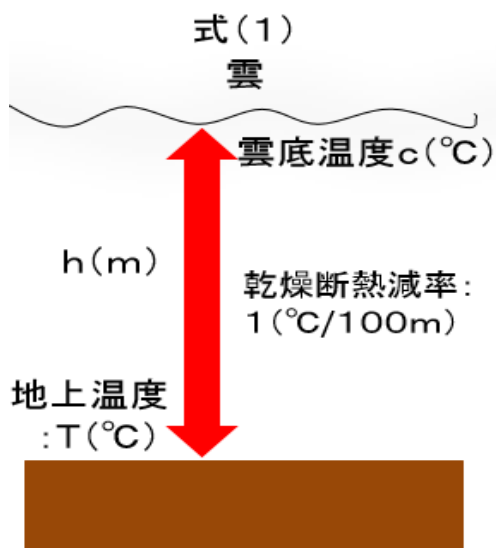
方法

雲底高度を求める 4 つの方法の結果を比較し、それらの差の原因について調べる。

採用した方法について

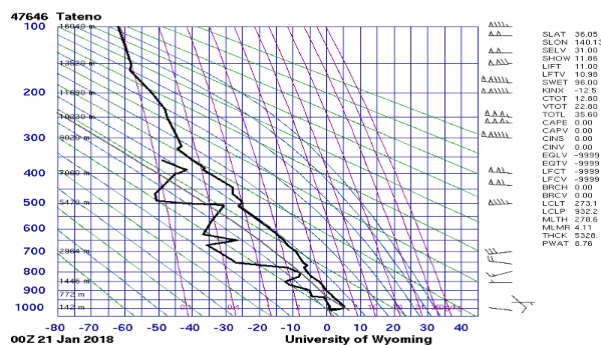
A: 対流雲の雲底高度を求める式 (1) から算出。 式 (1) : $h = 100 (T - c)$ [T=地上温度、
c=雲底温度]

B: 対流雲の雲底高度を求める式 (2) から算出。 式 (2) : $h = 125 (T - T')$ [T'=地上露点]



C:エマグラムから読み取る

エマグラムとは大気上空の気温と露点の関係をグラフ化したものである。グラフ上で気温曲線と露点曲線が接近している高度を雲底高度として読み取る。今回は茨城県つくば市館野のデータを使用した。

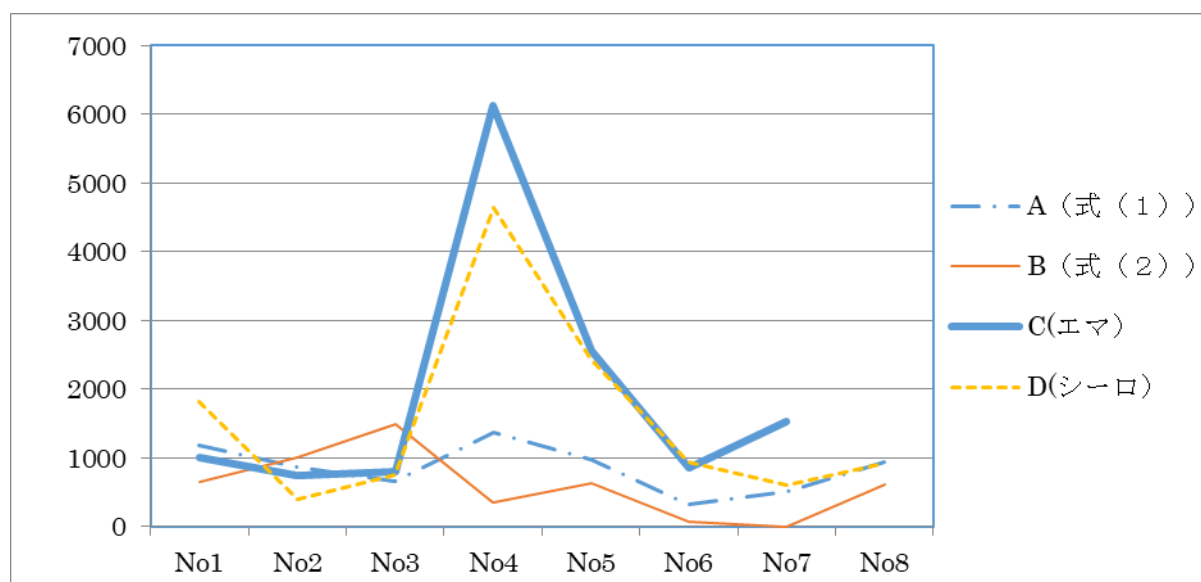


D:シーロメータから算出

シーロメータとは光源から発射された光が反射され戻ってくる時間を計測することで雲底高度を算出する装置である。現在空港等で使われている。今回は羽田空港のデータを採用した。



結果



方法C, Dはグラフ上での数値の動き方が似ていた。A, Bには数mという現実離れした値があり、いずれも層積雲の雲底高度算出には向かないことが分かった。AとBではAの雲底高度が上回ることが多かった。(日平均化前A>B率85%)

また No4 のデータは C, D が中層～高層雲並みの高度を示しているので高層雲であった可能性が高い。

考察

- ・シーロメータは空気中のあらゆる粒子に反応することや測定高度が上がるほど空気分子による散乱の影響を受けること等の理由から誤差が出た。
- ・羽田空港上空と館野上空の状態の差の影響が出た。
- ・Aに関しては、太陽光が雲を温めることで時間帯によって雲底温度が変わることも考えられる。
- ・A>B 率85%ということに関しては層積雲の成因(温暖前線面上昇気流、大気重力波、海面から

の水蒸気による発生など）が関わっているのではないかと考えているが、未だはっきりとした見解は立っていない。

結論

現段階では層状雲（対流雲でないもの）の雲底高度を理論的に算出するのは難しい。

改善点としては

- ・エアロゾルの大気中の量を知りそれが赤外線放射温度計およびシーロメータにどれほど影響するかを知る。
- ・各種雲形の成因を知る。
- ・層状雲の上空での動き（雲粒の鉛直方向の動きはその高度での上昇流や重力、雲粒半径から求められるか等）を知る。
- ・つくば、羽田、船橋高校の上空の状態がどれほど違うかを把握する。（層積雲は赤外衛星画像に写りにくいので、対象の雲形を変更する必要もあるかもしれない。）
- ・雲の動画を撮ることで雲高度での風向を知り天気図から高度を知ることもいい目安になる。

画像出典 鹿児島測候所ホームページ、ワイオミング大学大気科学

研究の経過・反省・感想等（最終レポートのみ）

雲の高度を測ろうと試みた研究であったが、予想以上に難しい研究内容であった。取り上げる測定値の種類の数、測定機器に対する理解、測定対象の雲の設定など数多くの要因の整理が不十分だったと思う。以下、今回の研究における反省点（足りなかった点）をまとめる。

- ・数多い測定値の正確な理解とそれらの相互関係の整理
- ・測定機器に対する理解や誤差の要因の把握
- ・計算結果、測定結果の意味するところの理論的な解釈（対流雲の雲底高度の式を層状雲に当てはめたときの値が意味するところ、赤外線放射温度を青空に向けたときの値の意味するところなど）
- ・研究対象とする雲形の適切な設定や地上から観測できる雲の妥当な雲形判断
- ・測定回数の充実、月日・時刻等の記録
- ・雲底高度測定方法の種類の実（今回採用した方法以外に、発表を聞いてくださった方々からもたくさんの方を提案されたのでできるだけ多くの人に意見をもらうことが重要だと思う。）
- ・衛星画像、天気図、エマグラム、METARなどを使いこなした大局的な考察

単独での活動やテーマ設定の出遅れなどから計画的に進められなかったことに悔いが残ることとなった。しかし層状雲高度の測定に関する研究は少なく、発表を聞いてくださった方々の中には未熟な内容でありながらも貴重な疑問点、アドバイスをいただいた方もいた。興味深い内容だと思うのでもしこの研究を引き継いでくれる後輩がいたならばぜひ尽力してもらいたいと思った。