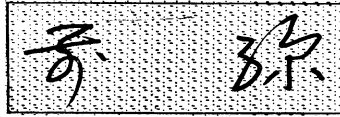


KEYPS の式



用語解説 (43)

ク ラ イ マ
ト ノ ミ ー
(Climatology)

地球表面上 100m くらいまでの気層を接地層といい表面摩擦が支配している。この接地層に関する記述のなかに、しばしば KEYPS の式が出てくる。Lamley と Panofsky の教科書 “Structure of Atmospheric Turbulence” が 1964 年に出版されてからであろう。広く読まれているこの書物に KEYPS の式に関する記述があるからである。

さて、この式は接地層のなかの風のシアーと安定度との関係を示したものである。つまり

$$\varphi^4 - \sigma \zeta \varphi^3 - 1 = 0$$

ここで、 $\varphi \equiv (kz/u_*) (\partial u/\partial z)$ 無次元の風のシアー、 $\zeta \equiv z/L$ 安定度、 σ は定数。なお、 k はカルマン定数、 z は高さ、 u_* は摩擦速度、 L はモニン・オブコフの安定度を表わす長さである。

Monin と Obukhov などが 1950 年代のはじめ有名な接地層の相似則を発表した。それによると安定度が各種値をとるとき、無次元の風のシアー φ の関数形などが決まる。つまり、非常に不安定、中立、非常に安定と 3 つの場合に、 φ はそれぞれ $\zeta^{-1/3}$ 、 ζ^0 、 ζ に比例するという結果を得る。Keyps の式は、これらをつなぐ内挿式ともいえる。

Keyps 式において安定度 ζ がわかれば φ が解ける。これを z について積分すれば鉛直方向の風の分布、つまり風のプロファイル $u(z)$ がわかる。また、鉛直方向の拡散係数は ku_*z/φ で表わされる。このように、 φ は接地層の物理量を表わす基本的なものである。

さて 1950 年代後半から 1960 年代はじめにかけて各所で独立に、また違った方法でこの式が提出された。つまり Kazanskii と Monin, Ellison, Yamamoto, Panofsky, Sellers の人々で、そのイニシャルをとって KEYPS 式と呼ばれる。わが山本義一先生の名前がはいっていることはうれしい。

(竹内清秀)

1954 年米国地球物理学連合大会で H.H. Lettau によってはじめて気候学の世界に導入されたものであるが、その定義は 1969 年に Tellus 誌に短波長放射のクライマトノミーが発表されて明確になった。人間社会が logos (言葉・知識) から nomos (法) を考えたように、近年急速に進歩し、多様化した climatology が climatology へと発展するのは当然の帰結とみなせる。すなわち、伝統的な気候学より、より多く数値的な方法に依存している。もう少し詳しく述べると「惑星表面の自然環境を決定している基本要素の数学的説明」、「本質的により数値的ないし理論的方向に指向している人間の自然環境の研究」ないし「気候の問題に対するシステムアプローチ」ということになる。このクライマトノミーでは強制関数と応答関数を用いて気候現象を数式化することと、Input 変数の値を種々変えて Output 変数やそのプロセスへの影響をみることができるように数式化することが必要である。

例えば、短波長放射のクライマトノミーでは大気上限の日射量が Input、地表面に吸収される日射量が Output、散乱、吸収、反射などの現象が物理的プロセスである。この過程を Lettau は 9 つの変数を用いて 4 つの方程式を組み立てた。ゆえに、なんらかの方法で 5 つの変数を観測ないし推定すれば、残りの 4 つの変数を求めることができる。さらに、ある変数を種々変えれば、その変数の変化が Output や物理的プロセスに与える影響をみることができる。また、ここでの Output である日射収支量は地表面温度のクライマトノミーでは、Input となり、Output は地表面温度となる。地表面温度はさらに熱収支の問題へと発展する。他に大気汚染のクライマトノミー、蒸発散のクライマトノミーなどが研究されており、気候学の発達に伴い、これから大いに発展することが期待される分野であると思われる。

(山下脩二)