

アジア・モンスーンがエル・ニーニョを つくりだす？

—気候変動論における温故知新—

—安成哲三—

風が吹けば桶屋が儲る

ということわざは、あることが起こった結果、波及的に次々といろいろなことが起こり、最終的には、最初に起こったことと、一見まったく無関係に思えることがおこってしまうような時のたとえに使われる。エル・ニーニョと呼ばれる、ペルー沖の海水温の異常な高まりが、日本の豆腐の値段を上げたといえ、まさにこのことわざどおりである。この因果のつながりには、実はアメリカの養豚業が入っている。1973年のエル・ニーニョは、非常に規模が大きいものだった。湧昇流のためふだんは冷たいペルー沖の海水は異常に暖かくなり、冷水域に住むカタクチイワシは、この年ほとんど獲れない結果となった。この魚は、世界で一、二を競うペルーの水産業を支える重要な産物である。ところでアメリカは、この魚を豚の飼料として、大量に輸入していたのである。安いこの飼料が手に入らなく

なったため、アメリカの養豚業者は、急ぎよ飼料を大豆に替えたのである。そのため、アメリカ国内の大豆の供給が大きく不足し、大豆市場は高騰し、輸出量も減少した。ところでご存じのように、日本は大豆の輸入をアメリカに最も依存している。アメリカ国内のこの大豆事情により、輸入大豆の量も減り、値も上がり、したがって豆腐も値上がりしたというわけである。

非線形システム論

前節のはなしは、エル・ニーニョが、世界の経済に与えたインパクトのひとつの例であった。「風が吹けば…」ということが起こりうるには、しかし、ある条件がいるようである。それは、いま考えているシステムが擾乱または外部の強制、平たく言えば外からの揺り動かしに対し、どのように応答する特性を持っているか、にかかっている。少々の揺り動か

しに対しても動ぜず、すぐ元の状態に戻ってしまうようなシステムでは、「風が吹けば…」的なことは非常に起こりにくいといえる。逆に、ほんの少しの振れを与えただけで、大振動を起こし、システム自体が不安定になるような時には、大いに有り得ると考えてよい。その中間の状態、システムが規則正しい振動を起こすようなシステムもあろう。このようなシステムでは、風が吹いて儲けすぎた桶屋は、儲け過ぎの結果として、そのうち風を止めてしまい、今度は大損をする、するとまた風が吹きやすくなり、また儲けるといふ、因果関係が循環するような仕組みがあることになる。システムに内在する非線形効果によっては、もっと複雑な振る舞いをするシステムも、もちろん有り得る。

エルニーニョのメカニズム

さて、エルニーニョ自体のメカニズム、即ち東部熱帯太平洋のふだんは冷たい海水温が、数年に一度程度非常に高くなり、地球大気の大循環もそれに伴って大きく変わるという現象は、上記の例えでいえば、どのようなシステムの変動と考えられるのか。メカニズムの解明とは、変動の特性をよく見極め、そのような変動を引き起こすシステムの仕組みを明らかに

するこのにほかならない。

ここ10年位、エルニーニョを、熱帯太平洋での大気・海岸結合システムの振動として捉える研究が、アメリカを中心として非常に進展した。この研究のパラダイムは、熱帯太平洋域での、まさに風と海水温の間の因果関係の循環である。貿易風の東風が強まれば東太平洋の海水温はますます下がり、西太平洋の海水温はますます上昇する。すると、東西の海水温の勾配が大きくなり、海が不安定になる。こんな状態にちょっとしたきっかけを与えると、西の暖かい海水が東太平洋めがけて流れ出す。すると東風も弱まり、ますます海水温の東西の勾配がなくなる。エルニーニョとは、この状態である。しかし、ペルー沖で反射した西向きの海の波は、再び西太平洋に暖かい状態を作りだし、東風は再び強くなる。簡単にいえば、このようなモデルにもとづくメカニズムである。これらの研究の主な武器は、コンピュータによる簡単な大気・海洋結合モデルであった。

モンスーンとエルニーニョの関係を見なおす

上記のメカニズムは、ある意味でエルニーニョを非常にきれいに説明したかのように見えた。しかしこのモデルでは、

大気（の流れ）は太平洋で閉じずに地球全体として始めて閉じているという事実、そして太平洋の海水温の平均状態をつくりだしているのは、実は大陸と海洋の熱力学的なコントラストによる大気の流れ、即ちモンスーンであるという事実を、余りにも無視していた。そのため、モデルで現れたエルニーニョは、実際のものとはかなりかけ離れており、地球気候の変動の一部としてのエルニーニョを、全体として説明することはできていない。（私の「モデル」はこの事実を取り入れただけのものである。）

ところで、アジアモンスーンがエルニーニョの密接な関係があることは、すでに今世紀はじめからインドの気象学者により、指摘されていた。しかし、インド人は、モンスーンの予報という視点の

みに興味があったようで、弱いモンスーンの後には起こりやすいエルニーニョは、予報には使えず、あまり注目しなかったようである。私自身の研究は、ある意味では、この古くから知られていたモンスーンとエルニーニョの関係を逆転させることにより、熱帯の大気・海洋相互作用を含む地球システムのひとつの変動特性を明らかにした、いや未だしつつある、^{こと}というかも知れない。今回の日経地球環境技術賞は、夏冬のモンスーンに毎日のように親しみつつも、予報というものにさして興味を示さない日本の大学のヒマな気象屋の視点も、たまにはいいではないか、ということで頂いたのかも知れない。

（やすなり・てつぞう

地球科学系助教授)