

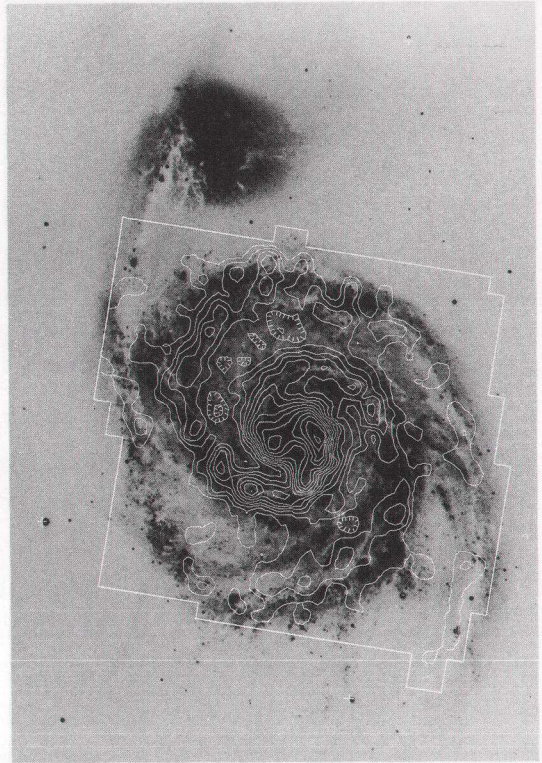
〈天体列伝(30)〉

渦状銀河 M 51

M 51 は、“Whirlpool galaxy (渦巻き銀河)” という呼び名を持つことからわかるように、数多い渦状銀河のなかでもひととき美しい渦状腕を持つ銀河である。渦状構造の研究にこの銀河の果たしてきた役割は非常に大きい。

現在では、我々の銀河は他の多くの銀河と同じように渦状構造を持つと考えられている。M 51 は、人々がそう考えるきっかけとなった天体である。というのも、最初に銀河の渦状構造が発見されたのがこの天体だったのだ。

M 51 を発見したのは、その名が示すようにメシエである。1773 年 10 月のことであり、そのときはまだ渦状構造には気が付いていなかった。その後、1845 年にロスがアイルランドのパーソンズタウン 180 cm 反射望遠鏡によって M 51 の渦状構造を発見し、続いて他の多くの星雲でも渦状構造が見つかった。しかし、当時はまだメシエの発見した星雲について、系内天体であるのか系外天体であるのかという議論の最中であり、系外銀河の存在が認識されていなかったため、むしろラプラスの星雲説に基づき、新しい太陽系が形成されているのだと考えられたようである。1923 年に、これらの星雲が系外天体であることが確認され、我々の銀河の外に渦状構造を持つ銀河が多数存在することがわかった。それ以後、我々の銀河も渦状構造を持つのではないかと本格的に考えられるようになったのである。M 51 はその後も渦状銀河の研究のために、いろいろな波長帯での観測がなされてきた。それはこの銀河がきれいな渦状構造を持つことに加え、約 3000 万光年と比較的距離が近く、またほとんどの波長で明るく観測しやすいためである。さらに、この銀河は地球面に対しての傾きが 20° と小さく、ほとんど正面から観測でき



M51の光学写真（白黒反転）に、一酸化炭素の出す電波によって得られた分子ガスの分布を重ねた。白線が分子ガスの分布を示す。分子ガスの渦状腕は光の渦状腕の内側にあるダストレーンにほぼ一致している。M51の上（北）にあるのが伴銀河 NGC5195である。

る。

渦状銀河が見つかったとき、初めは星が渦状に分布したまま回転しているものと考えられた。しかし、渦状銀河の回転運動は中心からある程度離れると回転速度がほぼ一定になるため、中心からの距離とともに角速度は減少することになる。従って、銀河の渦巻きは時間とともに巻がきつくなり、銀河が一回転もすると渦状腕は消滅してしまう。ところが実際には多くの銀河は渦状銀河であり、渦状構造の寿命がもっと長くなければ渦状銀河の占める割合を説明できない。この難問を解決する方法として考え出されたのが密度波理論である¹⁾。密度波理論とは、古い星によって渦状の重力ポテンシャルが生じると、その重力ポテンシャルによってその上を通り過ぎていく星がまた渦状の

重力ポテンシャルをつくり、渦状構造が維持されるという考えである。要するに、銀河の渦状構造は銀河面に生じた波のようなものであり、渦状腕は常に同じ物質からなるわけではなく、次々に通りすぎていく星やガスによって形成されているというものである。M 51 のいろいろな波長での観測結果は、この密度波の考え方で非常に良く説明できる。近赤外線の観測から得られる古い星の分布を見ると、確かに古い星によって渦状構造が形成されていることがわかる²⁾。一方、星の材料となる分子ガスの分布は一酸化炭素の出す電波を観測することによって知ることができる。大口径電波望遠鏡や電波干渉計を用いることによって M 51 では分子ガスの渦状構造も観測されている³⁾。分子ガスの渦状構造がはっきり分解されたのも M 51 が最初である。分子ガスの渦状腕は、水素の再結合線で観測できる H II 領域(大質量星が誕生している場所)の渦状腕とはずれており、その内側に分布している。また、分子ガスの運動を見ると、渦状腕のところで明らかに非円運動をしていることがわかった。これらの結果は、密度波理論に基づく星形成のシナリオとあわせると次のように解釈できる。渦状腕を横切る際、渦状ポテンシャルによって加速される分子ガスは、その速度が音速を超えるため衝撃波が発生し急激に密度が高くなる。高密度領域では分子雲の衝突や重力収縮によって星が生まれやすくなると考えられ、たとえ古い星の渦状構造がほんの淡いものであっても、新しく生まれた星や H II 領域によって渦状構造が強調される。星は輝き出すまでにある程度時間がかかるため、輝き出したときには分子ガスの渦状腕からずれることになる。また、観測された非円運動は、衝撃波が発生すると渦状腕に垂直方向の速度成分が減少し、平行な速度成分が増加するという理論からの予想と一致している。このように、M 51 の数々の観測から、渦状構造を説明する理論の中で現在主流となっている密度波理論を支持する結果が得られている。

M 51 の渦状構造が密度波だとするとそれはいかにして発生したのか、それはまだ解っていない。一つの考え方は、銀河同士の接近遭遇によって密度波が生じるというものである。M 51 には NGC 5195 という伴銀河があり、この二つの銀河は過去に接近遭遇している。このとき、伴銀河との相互作用によって M 51 に密度波が発生したのではないかという考えだ。何人かの天文学者はこのことをコンピューターを用いた数値シミュレーションで再現している⁴⁾。また、渦状腕での星形成がどのように引き起こされているのかといった問題もまだ明らかになったわけではない。ただ単に分子ガスの量が増えるために生まれる星が多いのか、あるいはなにかしらのトリガー機構が働いているのか。これからも M 51 は観測装置の性能が向上する度に観測され、渦状銀河についての我々の理解を深めてくれるであろう。

久野成夫 (国立天文台野辺山)

参 考 文 献

- 1) Lin C. C., Shu F. H., 1964, ApJ 140, 646
- 2) Schweizer F., 1976, ApJS 31, 313
- 3) Nakai N., Kuno N., Handa T., Sofue Y., 1990, in IAU Symp. 146, Dynamics of Galaxies and their Molecular Cloud Distribution, ed. Combes F., Casoli F. (Kluwer Academic Publishers, Dordrecht) p. 63
- 4) Toomre A., Toomre J., 1972, ApJ 178, 623

☆

☆

☆

☆