

SĂN TÌM DẤU VẾT TÀN DƯ TỪ CÁC DÒNG SAO TRONG DẢI NGÂN HÀ

Dòng sao (stellar stream) là những vệt dài gồm nhiều sao - dấu vết tàn dư của những thiên hà đã biến mất. Những thiên hà lùn (dwarf galaxies)¹ vệ tinh hoặc các cụm sao nằm lân cận dải ngân hà có thể bị xé nát bởi lực hấp dẫn tương tự như lực thủy triều trên trái đất và chúng bắt đầu quay quanh dải ngân hà. Nghiên cứu những dấu vết tàn dư này có thể cho chúng ta biết quá trình hình thành dải ngân hà và các thiên hà khác trong vũ trụ. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam xin giới thiệu bài viết của GS Kathryn V. Johnston về vấn đề này (công bố trên Scientific American số tháng 12.2014).

Ngân hà và quá trình tiến hóa

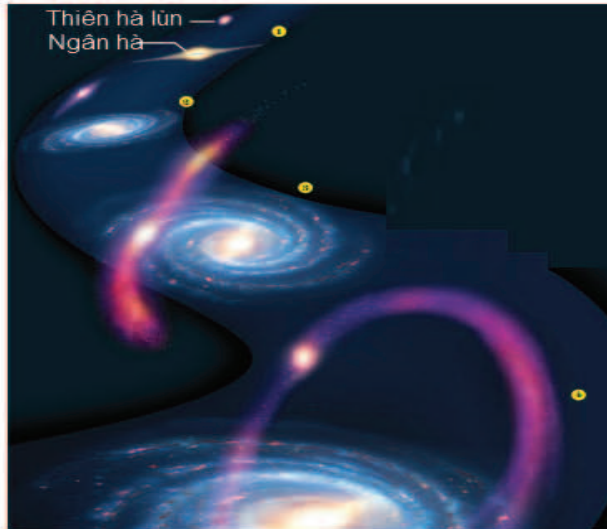
Thiên hà của chúng ta gọi là dải ngân hà chỉ là một trong nhiều tỷ thiên hà trong vũ trụ. Các công trình thiên văn gần đây chứng tỏ rằng, dải ngân hà đã nhấn chìm nhiều thiên hà nhỏ hơn và biến sao của những thiên hà này thành sao của mình. Ít nhất đã có 20 thiên hà lùn - về kích thước từ 1 phần triệu đến 1 phần trăm kích thước của dải ngân hà - quay quanh dải ngân hà và hàng chục thiên hà khác cũng số phận chưa được phát hiện. Người ta cho rằng, những thiên hà vệ tinh này cũng chỉ là một phần nhỏ trong số các thiên hà đã tồn tại trước kia, số còn lại hiện nay đang bị hút vào dải ngân hà bởi lực hấp dẫn. Quá trình nuốt mất các thiên hà lùn đã xảy ra khi dải ngân hà còn trẻ và còn nhỏ về kích thước - quá trình này đang còn tiếp diễn - những thiên hà vệ tinh có nguy cơ sẽ bị nuốt mất một ngày nào đó. Quá trình hình

¹Thiên hà lùn là một thiên hà chứa nhiều tỷ sao, nghĩa là chỉ chứa một số lượng sao nhỏ hơn dải ngân hà của chúng ta (vốn chứa 200 đến 400 tỷ sao). Các sao thường được xếp hạng thành hai loại. Loại sao có độ sáng hơn độ sáng mặt trời gọi là sao khổng lồ (giant), còn loại sao mờ hơn mặt trời được gọi là sao lùn (dwarf).



Hình 1: ngân hà hiện nay và thuở sơ khai

thành các dòng sao từ những thiên hà lùn diễn ra qua 4 giai đoạn (hình 2).



Hình 2: từ thiên hà lùn đến dòng sao

Giai đoạn 1: sự phát hiện những cấu trúc gọi là dòng sao ở biên của dải ngân hà chứng tỏ rằng dải ngân hà (cũng như nhiều thiên hà khác) đã nuốt những thiên hà lùn nhỏ hơn. Các dòng sao là dấu vết của quá trình nuốt đó. Trong dải ngân hà, các dòng sao hình thành khi một thiên hà lùn đến gần ngân hà và trở thành nạn nhân.

Giai đoạn 2: sức hút hấp dẫn của thiên hà lớn tạo nên một lực "thủy triều" hút phía gần của thiên hà vệ tinh nhiều hơn phía xa. Lực thủy triều này dẫn kéo thiên hà lùn theo dọc đường nối giữa thiên hà lùn và ngân hà.

Giai đoạn 3: những sao bị kéo gần khỏi thiên hà gốc làm thành những dòng sao.

Giai đoạn 4: quỹ đạo các dòng sao dần tách khỏi thiên hà gốc. Các dòng sao này ngày càng khuếch tán và có thể rơi vào những quỹ đạo bao quanh ngân hà.

Những dòng sao

Sau khi bị cuốn hút, những nạn nhân này để lại dấu vết dưới dạng những dòng sao trải dài trên bầu trời. Trong hơn 15 năm qua, một lĩnh vực mới đã hình thành và có tên là "khảo cổ học thiên hà" (*galactic archaeology*), nhờ đó các nhà thiên văn đã phát hiện những dòng sao. Bằng cách nghiên cứu những "hóa thạch" này, các nhà khảo cổ thiên hà đã lắp ráp các hiện tượng từ lịch sử của dải ngân hà để hiểu được quá trình phát sinh và tiến hóa của những thiên hà gọi là thiên hà xoắn (spiral) tương tự như dải ngân hà. Sự phát hiện những dòng sao để lại từ những thiên hà vệ tinh củng cố ý tưởng về dải ngân hà đã lớn lên bằng cách cộng thêm khối lượng lớn trong suốt quá trình phát sinh và tiêu hóa này được gọi là sự hình thành cấu trúc có thứ bậc (hierarchical structure formation). Tuy nhiều chi tiết chưa được rõ ràng song chúng ta đã dần viết lại được lịch sử của dải ngân hà.

Vật chất tối là động lực

Theo *Lý thuyết nhiễu loạn* về quá trình hình thành các thiên hà, động lực kích lên sự tăng trưởng của những thiên hà lớn tương tự như dải ngân hà không phải do vật chất baryonic - gồm bằng những hạt tương tự như những hạt đã cấu tạo nên con người chúng ta - mà động lực đó phát sinh từ những "quầng" (halo) vật chất tối bọc lấy các thiên hà. Những quầng nhỏ vật chất tối được tích tụ dần trở nên những quầng lớn và kích các thiên hà lớn nuốt các thiên hà nhỏ hơn. Những quầng vật chất tối có khối lượng lớn hơn khối lượng vật chất thông thường mà chúng ta thấy rất nhiều lần. Chúng ta chỉ nhận được vật chất tối thông qua lực hấp dẫn diễn đoán theo các mô hình. Vật chất baryonic đã góp phần vào tiến hóa của các thiên hà bắt đầu từ "sự kích động" nếu trên của những quầng vật chất tối.

Ngân hà chứa nhiều sao quay quanh tâm và các tay xoắn (spiral arms). Những sao này trước kia có thể là những kẻ xâm phạm vào vùng của dải ngân hà từ những thiên hà lùn nay đã hủy diệt. Theo *Lý thuyết nhiễu loạn*, các sao đã nối kết với dải ngân hà theo trình tự sau: khi một thiên hà lùn quay quanh dải ngân hà, thiên hà này cảm được sức hút hấp dẫn của ngân hà, sức hút này lớn dần khi thiên hà vệ tinh càng đến gần dải ngân hà. Vật chất (gồm các sao, khí, bụi và vật chất tối) ở phía gần ngân hà bị hút mạnh hơn các phần vật chất ở xa hơn. Kết quả là thiên hà lùn bị kéo giãn dài dọc theo đường nối thiên hà với ngân hà. Các sao bị kéo khỏi thiên hà lùn và rơi vào sự kiểm chế của dải ngân hà hình thành trông như một mắt tách khỏi quỹ đạo của thiên hà vệ tinh rồi sau đó là một dòng sao.

Bức tranh mô hình trên đến nay đã được phát hiện. Và nhiều dòng sao đó đã chứng tỏ rằng, ngân hà đã nuốt nhiều thiên hà lân cận hàng tỷ năm về trước, khi ngân hà còn trẻ và hiện đang tiếp tục gặm nhấm các thiên hà khác. Những dòng sao như vậy cũng có thể đang hình thành quanh những thiên hà xoắn xa xôi khác tương tự dải ngân hà, nhưng những dòng sao này quá xa và mờ để có thể ghi đo được. Chúng ta có một mô hình gần sự thật, song nhiều chi tiết vẫn còn bỏ ngỏ, ví dụ như thời gian ngân hà nuốt các thiên hà lùn lân cận kéo dài trong bao lâu, tần số thế nào. Để trả lời các câu hỏi đó, các nhà thiên văn phải tìm thêm nhiều dòng sao khác cũng như các dấu vết tàn dư của những dòng sao đã biến mất.

Bào sấu tìm "hóa thạch"

Các nhà thiên văn đi tìm dấu vết tàn dư bằng nhiều con đường khác nhau. Họ cần có một bản đồ 3 chiều tương đối phong phú của các sao trong ngân hà mô tả khoảng cách và vị trí các sao theo tất cả các hướng. 15 năm qua, các nhà thiên văn đã có dữ liệu SDSS (Sloan Digital Sky survey). Họ sử dụng kính viễn vọng đặt tại Đài quan sát Apache (Mexico) và đã ghi được dữ liệu của hơn 80 triệu sao trong ngân hà (khoảng cách, màu sắc và nhiều đặc trưng khác...). Bản đồ này giúp ích nhiều cho việc săn tìm các dấu vết tàn dư trong quá khứ của dải ngân hà.

Số lượng các sao bị ngân hà nuốt có thể chỉ là một phần nhỏ so với số lượng hàng trăm tỷ sao của ngân hà. Song bản đồ Sloan có thể cho các nhà thiên văn nghĩ đến triệu sao có thể là từ các thiên hà vệ tinh đã chết. Trong số các sao đó, họ có thể tìm thấy dấu vết các dòng sao nhờ chú ý đến những vùng có mật độ sao lớn hơn xung quanh và vẽ được hình dáng cái đuôi của các dòng sao đó. Họ đã tìm ra hình dáng cái đuôi trông giống mô hình trên máy tính do tác giả bài viết này đã thực hiện cùng với James Bullock (Đại học California, Hoa Kỳ) năm 2005 dựa trên mô hình nhiều thứ bậc, quảng vật chất tối và hiện tượng hút vì hấp dẫn tương tự lực thủy triều trên trái đất.

Những phát hiện đầu tiên

Chứng cứ đầu tiên về dòng sao được tìm ra năm 2003 bởi nhà thiên văn học Steve Majewski (Đại học Virginia, Hoa Kỳ) khi tác giả này tìm thấy những đuôi khổng lồ từ thiên hà lùn láng giềng, thiên hà Sagittarius. Dòng sao nằm gần quỹ đạo kéo dài của thiên hà Sagittarius và chứa nhiều sao khác vẫn còn thuộc về Sagittarius. Những đuôi này dài đến mức chúng bao quanh dải ngân hà. Và chúng ta đã bắt gặp tại trận ngân hà đang trên quá trình tấn công người láng giềng gần nhất. Từ khám phá này, các nhà khảo cổ thiên hà đã đào sâu thêm hàng chục dòng sao quanh ngân hà trong bản đồ Sloan. Từ độ dài của các đuôi của Sagittarius, người ta có thể suy luận rằng, thiên hà này đã mất nhiều sao trong vòng 2 đến 3 tỷ năm. Những khám phá này chỉ ra rằng, ngân hà đang “tiêu hóa” nhiều thiên hà trong các thời kỳ đầu và có thể quá trình này hiện đang giảm dần. Tuy nhiên, số dòng sao biết được chỉ là một tỷ lệ nhỏ của các dòng sao vì một số dòng sao yếu khó ghi nhận được.

Những phương tiện tìm kiếm khác

Qua nhiều tỷ năm, các dòng sao có thể bị khuếch tán và mất đi cấu trúc rõ ràng. Các nhà thiên văn đang tìm cách khai thác những đặc trưng khác của dòng sao để truy tìm các dòng sao đã tan biến dần. Những hướng tìm tòi này sẽ giúp các nhà thiên văn khám phá giai đoạn hình thành sôi nổi các thiên hà trong giai đoạn vài tỷ năm sau sự kiện Big Bang. Đó là thời điểm mà nhiều thiên hà con và các cụm sao (star cluster) đã tích tụ thành thiên hà của chúng ta. Một con đường để truy tìm các dòng sao là nghiên cứu các sao có chung quỹ đạo. Nhiều thời gian sau khi các sao trong dòng bị khuếch tán quá nhiều để có thể xác định vị trí của chúng, các nhà thiên văn phải tập trung nghiên cứu chuyển động để mong khôi phục lại xem chúng thuộc về cùng một thiên hà nào và từ đó hiểu được ngân hà đã tiêu hóa chúng như thế nào. Đây là công việc do vệ tinh Gaia của ESA (European Space Agency) được phóng lên vũ trụ vào tháng 12.2013 đảm nhiệm. Gaia có nhiệm vụ cung cấp dữ liệu cho các nhà khảo cổ thiên hà về khoảng cách, vị trí, chuyển động của hơn một tỷ sao. Các đặc trưng đó được đưa vào thành danh mục (catalogue) và cung cấp thông tin nhiều chiều để có thể tính được quỹ đạo toàn vẹn

của chúng. Như thế chúng ta có thể trích ra các sao có quỹ đạo tương tự để kết luận chúng thuộc về cùng một thiên hà ban đầu.

Thành phần hóa học

Một đặc trưng khác để tìm nguồn gốc các sao trong một dòng sao là thành phần hóa học. Đây là một đặc trưng quan trọng để phát hiện các dòng sao. Các sao luôn thay đổi thành phần hóa học thông qua các quá trình tổng hợp hạt nhân ở tâm, các quá trình này tổng hợp các nguyên tố nhẹ thành nguyên tố nặng. Khi đo bầu khí quyển của các sao, người ta có thể biết được các khí phát sinh từ tâm các sao. Các nhà thiên văn Kenneth Freeman (Đại học Quốc gia Australia) và Joss Bland - Hawthorn (Đại học Sydney, Australia) đã dùng phương pháp này không phải để tìm sao mà để nhóm chúng thành các nhóm cùng thành phần hóa học, không kể các sao này nằm ở đâu trên bầu trời. Phương pháp này đã giúp cung cấp thông tin về lịch sử tích tụ (accretion) của ngân hà. *Thứ nhất*, những sao xuất hiện sau chứa nhiều nguyên tố nặng hơn. *Thứ hai*, sự làm giàu các nguyên tố nặng này sẽ tính được từ các khí trong khí quyển.

Hai hiệu ứng đó gợi ý rằng, các thiên hà có khối lượng gần bằng nhau đã được tích tụ và phân hủy vào cùng một thời đoạn sẽ cung cấp những sao có hàm phân bố các thành phần hóa học giống nhau (nghĩa là số lượng tìm thấy - abundance - các nguyên tố giống nhau). Sự khác nhau về thời gian tích tụ và phân hủy sẽ cho các phân bố khác nhau. Từ đó ta biết được tỷ số các sao xuất phát từ những thiên hà tại những thời đoạn giống nhau. Duane Lee (Đại học Columbia, Hoa Kỳ) nhờ phương thức trên đã tìm ra thậm chí những thiên hà lùn nhỏ nhất đã bị biến mất trước đây trong lịch sử thiên hà. Khi biết được tỷ số các sao du nhập vào ngân hà theo từng giai đoạn khác nhau, người ta có thể phác thảo quy trình nuốt các thiên hà lùn láng giềng bởi ngân hà và đi ngược dòng tìm các thời điểm nguyên thủy của ngân hà. Hiện có 2 nhóm đo thành phần hóa học của hàng triệu sao: nhóm GALAH (Galactic Archaeology) và nhóm APOGEE (Apo Galactic Evolution Experiment). Các nhà khảo cổ thiên hà hiểu rằng, muốn nghiên cứu ngân hà cần khảo sát ít nhất 1.000 thiên hà. Những “hóa thạch” sẽ không những cho chúng ta biết về cấu trúc nhiều bậc của ngân hà mà còn cả danh mục những thiên hà nhỏ đã bị nuốt mất. Những nghiên cứu đó sẽ cho ta hiểu được sự hình thành các thiên hà đầu tiên trong vũ trụ nói chung cũng như sự hình thành của ngân hà nói riêng. Tổ tiên các thiên hà tương tự như ngân hà bây giờ đã mờ đi nhiều song môn *khảo cổ thiên hà* sẽ tìm cách khôi phục chúng qua các dấu vết tàn dư. Như vậy, việc đào sâu sắn sau của chúng ta (tức là của ngân hà) sẽ mở một cửa sổ để nhìn vào những thời điểm ban đầu của vũ trụ, những giai đoạn hình thành các thiên hà, một điều mà các hướng nghiên cứu khác cũng khó lòng cung cấp đầy đủ dữ liệu cần thiết.

CC. biên dịch