平成 21 年度国立天文台天文シミュレーションプロジェクト成果報告書

母銀河からのガス供給のもとでの核周ガス円盤の進化と銀河中心へのガス供給過程の研究

行方 大輔 (CfCA)

利用カテゴリ　XT4A

1　背景

銀河中心領域では、活動銀河核 (AGN) や AGN jet、爆発的星形成やそれに伴って生じる銀河風などの非常に高エネルギーの現象が起こる。これらの現象は銀河の進化と密接に関係していると考えられている。これらの活動性を維持するためには、銀河中心領域へのガス供給が必要であり、ガス供給過程に関する研究は非常に重要である。

これまで我々は、観測と比較することを念頭に、銀河系中心を研究対象として、ガス供給過程の研究を行ってきた。Namekata et al.(2009) では、銀河系円盤部から銀河系中心領域へのガス供給過程を研究し、銀河系中心半径 15 pc の大質量ガス円盤 (核周ガス円盤) が形成されることを示した。この核周ガス円盤のサイズは、銀河系中心の星団の分布と同程度のスケールであり、核周ガス円盤の進化によって、銀河系中心の様々な観測的特徴を統一的に理解できる可能性がある。核周ガス円盤と銀河系中心領域の観測的特徴の関係や核周ガス円盤スケールから銀河中心までのガス供給過程を理解するためには、核周ガス円盤の数値シミュレーションが重要である。

最近の系外銀河の中心領域の観測から、銀河中心領域にガス円盤や星円盤などを持つ銀河が多数見つかっており、核周ガス円盤がかなり一般的なものであることがわかってきた。母銀河からのガス供給を考慮した銀河中心へのガス供給の研究には、Kawakatu & Wada(2008,2009) がある。これらの研究では、超新星爆発による乱流粘性によって核周ガス円盤で角運動量輸送が起こり、SMBH にガス供給が起こる過程を調べている。彼らは、高赤方偏移 ($z > 6$) の QSO を説明するためには、核周ガス円盤の星形成効率が高い必要があることを報告している。また、SMBH の成長速度は、核周ガス円盤の星形成効率に大きく依存することを示した。このように、銀河中心領域での星形成に関する情報を得ることは重要な課題となっている。

2　研究目的・研究方法

本研究では、核周ガス円盤の進化による銀河中心へのガス供給過程と銀河系中心での星形成を調べることを目的とし、Namekata et al.(2009) で得られた核周ガス円盤の 2 次元数値流体/N 体シミュレーションを行った。シミュレーションでは、ガスと星の自己重力、ガスの輻射冷却、星形成を考慮している。銀河系中心領域の星形成がどのように起こるかは明らかではないため、星形成タイムスケールを変えて計算を行い、観測と比較を行った。

3　研究結果

核周ガス円盤は、母銀河からのガス供給を受け、大きな半径から自己重力不安定を起こし始める。自己重力不安定によって、ガスクランプが形成されはじめると星形成を起こし、リング状の星形成領域が形成される。核周ガス円盤の質量が増大するにつれて、ガスクランプの数も増加していく。星形成タイムスケールが短い場合では、形成されたガスクランプの大部分がすぐに星になる。その結果、銀河系中心には効果的なガス供給は起こらない。一方、星形成タイムスケールが長い場合には、ガスクランプ同士の角運動量交換が活発に起こり、銀河中心へガスクランプが落下し、効果的にガスを供給する。その結果、銀河系中心で星形成が起こった。これらのモデルの間で、形成された星の分布は一様ではなく、星形成タイムスケールが長い場合ほど相対的に星が中心に偏って分布する。銀河中心へのガス供給率は、母銀河からガス供給率の約 $1 \sim 25\%$ となった。

3 つのモデルを、銀河系中心部の X 線強度分布から推定される超新星爆発率 ($3 \times 10^{-6} \sim 3.3 \times 10^{-4}$ yr^{-1};Muno et al. 2004)、半径 2-5 pc に広がる分子ガスリング、Circumnuclear Disk (CND) の質量 (3×10^5-10^6 $M_\odot$;Shukla et al. 04,Christopher et al. 2005)、若い星の分布の特徴と比較を行った。その結果、銀河系の観測と最も無矛盾なモデルは、星形成率を local Kennicutt-Schmidt 則が予測する星形成率の 1/10 に抑制したモデルであった。このことは、もし銀河系の様々な観測的特徴が核周ガス円盤の進化の結果であれば、銀河系中心領域の星形成はかなり抑制されていることを示している。

本研究成果をまとめた論文は、現在投稿準備中である。