

NBI 가열 플라즈마에서 고속이온 분포의 수치적 계산 및 측정결과 비교

왕선정, 김선호, 김성규

한국원자력연구원

핵융합 플라즈마에서의 고속이온은 NBI 및 ICRF에 의한 이온 가열과 핵융합 반응에 의하여 발생하며, 핵융합 반응률을 크게 하고 일차적으로 그 에너지를 전자에게 전달하는 특성을 갖는다. 따라서 핵융합을 지향하는 플라즈마에서는 그 성능을 나타내는 지표이기도 하면서, 맥스웰 분포를 갖는 열화 플라즈마의 수송특성을 크게 변화 시킨다. 또한 알펜파 등의 파동 또는 불안정성을 유발시키며 이로 인한 플라즈마 손실은 국지적인 일차벽의 가열을 유발할 수 있는 것으로 여겨진다. 본 연구에서는 일반적인 기하학적 구조를 갖는 토카막에서의 NBI 가열에 의한 고속이온 발생과 위상공간에서의 수송 및 손실을 시간 의존적인 Fokker-Planck 방정식을 수치적으로 풀어, 위치에 따른 고속이온 분포의 변화를 계산한다. NBI 입사의 기하학적 모델에서는 각 계산 위치에서의 피치각 변화와 stagnation point의 변화에 의한 영향을 고려하며, 일반적인 고속이온의 각종 모멘트 뿐 아니라 즉발 이온 손실률을 계산에 포함한다. 해석된 고속이온 분포는 중성입자 검출기에서 측정된 KSTAR 플라즈마의 고속이온 에너지 분포와 비교한다. 차후에는 본 연구에서 사용한 Fokker-Planck 출동연산자에 고주파 가열에 의한 고속이온 발생 항을 추가하여 ICRF 가열에 의한 효과를 예측할 수 있도록 할 것이다.

Keywords: NBI, 고속이온, Fokker-Planck