직각 미세유로에서 저점도 고분자의 관성-탄성 유동 불안정성 연구

김정희[1], 홍선옥[2], 김주민[2,3,†]
[1]아주대학교; [2]아주대학교 에너지시스템학과;
[3]아주대학교 화학공학과
(jumin@ajou.ac.kr[†])

미세유체소자는 다양한 물질의 합성 및 분석하는 도구로 활용 범위를 넓혀 가고 있다. 미세유체 유동은 전단율이 큰 경우가 많아, 점도가 매우 낮고 탄성이 크지 않은 경우에도 유동이 불안정해지는 경우가 많다. 본 연구에서는 미세유체소자 내에서 흔히 나타나는 직선형으로 꺾이는 구간에서 발생하는 유동 불안정성에 대해서 체계적인 연구를 수행하였다. 전단 점도가 전단율에 상관없이 거의 일정한 묽은 용액부터 전단 박화 연상이 일어나는 진한 고분자 용액까지 농도를 변화시키면서 유동 불안정성을 유량에 따라 관찰하였다. 뉴튼 유체의 경우에는 어느 경우에도 유동 불안정성이 관찰되지 않았다. 중복 농도 이하에서는 고분자의 농도가 증가함에 따라 유동 불안정성이 활발해지는 것을 알 수 있었고, 중복 농도를 넘어선 조건에서는 고분자의 농도가 높아질 수록(전단 박화(shear-thinning)가 존재하는 경우) 유동이 안정화되는 것을 발견하였다. 이 연구를 통해 발견한 특기 사항은 유동 불안정성을 일으키는데 있어서 관성과 탄성이 상승 작용을 할 경우에 유동 불안정성이 극대화된다는 점이다. 이상의 연구 결과는 복잡유체를 다루는 랩온어칩 기술에 광범위하게 활용될 수 있을 것으로 기대된다.