

새로운 燃料用알콜 生産技術

— 産業規模에 適用되면 개솔린과 競争할 수 있어 —

- 다음은○
- 美國의 각기.....○
- 관에서 研究開發.....○
- 한 內容을 간.....○
- 추려왔다.....○
- (편집자주).....○

玄 源 福 抄譯

<서울研究園地 代辦人>

알콜을 水溶液으로부터 분리하는 새로운 기술이 개발되어 멀지않아 곡물, 사탕수수 또는 셀룰로스를 발효해서 에틸·알콜을 생산하는 비용을 크게 줄일 수 있게 될 것 같다. 새로운 공정은 飲料로 쓸 수 있는 등급의 알콜을 생산하는 전통적인 蒸溜法에 비하면 알콜回数에서 에너지가 덜 들게 된다. 연구실규모에서 밝혀진 에너지 절약추정량이 산업규모에도 적용된다면 알콜은 개솔린과 경쟁할 수 있게 될 것이다. 알콜외의 다른 발효제품도 効率的으로 농축할 수 있게 되어 대체液体燃料로서의 앞날이 밝다는 것이 들어났다.

精製과정의 効率化

飲料用的 에틸·알콜을 생산하고 회수하는 전통적인 방법을 알콜을 燃料로서 태울 때 유리되는 에너지보다 1.4배에서 1.6배나 더 많은 에너지를 필요로 하고 그밖에도 原生物量을 성장시키고 모으는 비용이 더 추가 된다. 飲料생산업자들은 생략하고 있으나 알콜을 개소홀(90 퍼센트의 개솔린과 10퍼센트의 알콜)로 쓰게 될 때는 없어서는 안될 단계인 수분제거에 필요한 에너지를 포함하여 이 蒸溜단계만 해도 알콜의 熱量價보다 조금 더 많은 에너지가 필요하다. 그러나 이 새로운 공정은 精製과정을 더 効率化하는 것으로서 알콜의 총에너지코스트를 반으로 줄일 수 있을 것 같다.

79년 8월 美퍼듀研究陣은 비어(beer)라고 불리고 있는 발효액에서 드라이·알콜을 회수하는데 쓰이는 에너지는 만약에 셀룰로즈나 그밖의

건조한 식물을 이용해서 일부의 수분을 흡수한다면 알콜熱量價의 약 10%까지 줄일 수 있다고 발표했다. 마이클·래디쉬와 카렌·디크에 의하면 알콜을 수용액에서 분리하는 이 퍼듀식 방법은 옛날 공정의 하나의 변형이라고 할 수 있다. 알콜은 산화칼슘과 같은 건조제로 탈수할 수 있다는 것은 오래전부터 알려진 사실이었다. 래디쉬와 디크의 접근법은 蒸溜로 이미 85퍼센트의 알콜로 농축된 알콜—수용액에서 증기를 건조시킨다는 것이다. 이들은 셀룰로즈와 옥수수녹말과 같은 乾燥劑는 酸化칼슘보다 에너지를 더 절약시킬 수 있다는 것을 알아냈다. 그것은 酸化칼슘이 수분과 반응하여 만드는 水酸化칼슘을 탈수하는 것보다 셀룰로즈나 옥수수녹말을 탈수하는 편이 에너지가 덜 들기 때문이다.

알콜을 수용액에서 분리하는 다른 하나의 새로운 기술은 가스·크로마토그래피의 변형이다. 美프린스턴대학 섬유연구소의 번하드·밀러는 레이온과 같은 섬유紡糸는 수증기의 움직임에 지연시키는 한편 유기증기는 자유롭게 이동할 수 있게 한다고 말하고 있다. 밀러와 그의 공동연구자들은 이 원리에 근거를 두고 알콜을 수용액에서 분리하는 연속공정을 개발했다. 紡糸섬유로 된 루프를 천천히 튜브속을 통과하게 하고 그속으로 알콜—水蒸氣를 도입시켰다. 물은 紡糸로 제거되고 튜브의 다른 끝으로부터 순수한 알콜수증기가 회수되었다. (이어서 紡糸에 열을 주어 건조시킨다) 그러나 이 가스·크로마토그래피에 소요되는 에너지의 양은 아직도 측정하지 못했다.

溶解度の 利用

물과는 더 이상 섞이지 않는 일부 액체속에서 알콜은 쉽게 용해한다. 이런 溶解度の 차이점을 이용하면 용매추출로서 알콜을 水溶液에서 회수할 수 있다. 이 공정의 한 방법은 이른바 臨界流體(Critical fluid)라는 것을 사용한다. 2酸化炭素는 50~80気压에서 臨界流體가 되어 발효비어에서 알콜을 추출하는데 사용할 수 있다고 아더 D·리틀연구소의 리차드 드필립피는 말하고 있다. 드·필립피는 이 추출공정의 에너지·코스트는 알콜熱量價의 40~60퍼센트로 추정하고 있다. 이 방법의 하나의 잇점은 2酸化炭素가 발효공정의 부산물이며 따라서 溶劑의 비용은 최저가 된다. 그런데 일부의 용제는 알콜회수 공정에서 필연적으로 새어나가기 때문에 이것은 중요한 고려사항이 된다.

溶劑抽出法

몇몇 연구소에서는 현재 다른 용제추출방법을 개발중이다. 예컨대 펜실베이아大學과 제네럴·일렉트릭사는 공동으로 물과 섞이지 않는 알콜용의 용제인 디부틸·프탈레이트를 이용하는 공정을 개발하고 있다. 펜실베이아大學의 켈달·파이에 의하면 이 용제는 燃料用 알콜보다 끓는 점이 훨씬 높아서 알콜을 단 한번의 증류공정으로 쉽게 추출할 수 있을 뿐만 아니라 용제의 손실을 최소한도로 줄일 수 있다. 당초에 이들은 디부틸·프탈레이트를 발효액속에서 거품이 일게 했으나 비어와 용제의 에멀션이 형성되었다. 펜실 베이아 研究그룹은 현재 이 문제를 우회하는 여러가지의 다른 방법을 찾고 있다. 그중에서 어느정도 성공을 거둔 하나의 방법은 얇은 膜으로 용제를 비어로부터 분리하는 것이다.

透過膜의 利用

컬럼비아大學의 해리·그레저는 용제를 더 추가하지 않고도 이 膜은 알콜精製용으로 쓰일 수 있을 것이라는 점을 낙관하고 있다. 그는 膜을 가지고 발효비어로부터 순수 알콜을 회수하는 에너지·코스트를 알콜의 熱量價의 약 0.6 퍼센트까지 줄일 수 있을 것이라고 추산하고 있다.

알콜은 비교적 스며들지 못하나 물은 통과할 수 있는 膜을 이용해서 알콜을 물에서 분리시킬 수 있다. 샌디아고의 UOP社 流體시스템部의

로버트 릴리는 이런 膜이 벌써부터 존재하고 있으나 산업적인 알콜분리공정을 운용하는데 필요한 압력이 너무나 높아서 실용화하기 어렵다고 말하고 있다.

높은 選擇度를 가져야

다른접근책은 알콜은 투과할 수 있으나 물은 투과할 수 없는 膜을 이용하는 것이다. 그레저는 이런 膜을 갖고 있는데 이것은 알콜을 물보다 2 배나 빨리 통과시켜서 상당한 알콜유량을 허용한다고 보고하고 있다. 그러나 상업용으로 알맞는 膜을 찾아 내려면 아직도 많은 연구가 필요하다.

美오래건주 밴드에 있는 밴드研究所의 해롤드 룬스데일은 운반분자가 膜을 가로질러 알콜분자를 선택적으로 운반할 수 있게 개발하여야 비로소 알콜투과막이 산업적으로 쓰일 수 있게 될 것이라고 믿고 있다. 룬스데일은 『누군가가 운반체를 찾아 낼 때 그런 시절이 오겠으나 10년내에는 어려울 것 같다』고 보고 있다. 한편 그레저는 연구노력을 계속할 수 있는 자금만 공급된다면 실용적인 膜을 찾아내는 것은 시간문제라고 생각하고 있다.

제올라이트도 한몫

분자체(分子篩)인 제올라이트는 어떤 일정한 크기보다 작은 분자를 선택적으로 흡수한다. 그래서 美콜로라도광산대학연구소의 개리 보우먼은 이구멍 많은 바위가 알콜회수에 쓸모가 있을 것 같다고 지적하고 있다. 장래가 촉망되는 후보의 하나는 알콜이 아니라 물이 들어가기에 알맞는 구멍을 가진 자연생의 제올라이트인 클리노프틸로라이트이다. 클리노프틸로라이트는 물을 흡수하는 選擇性테스트를 앞으로 해야 하겠으나 만약에 그런 일을 해낼 수만 있다면 자원이 비교적 많다는 점에서 볼 때 일부지방에서는 적어도 경제적으로는 매력적인 것이 아닐 수 없다. 유니언 카바이트사의 조셉·겔로에 의하면 이 회사 린데부의 연구자들은 최종 정제단계용으로 合成제올라이트를 사용하는 길을 연구하고 있다. 겔로는 이런 공정을 코스트와 에너지 소비라는 관점에서 蒸溜와 비교하여 유리한 것이라고 말하고 있다.

전통적인 飲料蒸溜기술은 퍼듀의 탈수기술보다 거의 10배나 많은 에너지를 필요로 하지만

증류의 에너지 효과를 向上시키는 몇가지 개선안이 개발되었다. 증류에 소요되는 熱의 많은 양을 재순환시킴으로써 공업설계자들은 에틸·알콜생산에 필요한 에너지를 상당히 줄일수 있게 되었다.

라파엘·카젠社の 엔지니어들은 열을 보충하는 방법을 고려에 넣은 공장을 설계하여 주어진 양의 알콜을 생산하는 熱量價의 총 65 퍼센트를 사용하고 있다. 조지 문은 熱量價의 22퍼센트만이 증류단계에서 필요한 것이라고 말하고 있다. 공업공정의 설계전문회사인 카젠社가 이용한 요령의 하나는 서로 다른 압력에서 2개의 분리 증류 과정을 거치게 하므로서 고압증류에서 나온 熱을 저압과정에서 다시 쓸 수 있게 한다는 것이다.

벤젠대신 개솔린으로

에너지節約에서 성공을 거둔 다른 하나의 戰略은 에탄올에서 마지막 물방울까지 증류하도록 돕기위해 재순환이 필요없는 동반물질들이 이용하는 것이다.

美일리노이주의 ACR 공정社가 만든 연료용 알콜공장에서는 동반물질로서 벤젠대신 개솔린이 대체 되었다. 그런데 알콜을 연료로 사용하는 경우에는 최종제품속에 남는 개솔린을 제거할 필요가 없기 때문에 精製의 한 과정이 제거되었다. ACR의 로버트 챔버스는 이 공정의 총에너지·코스트는 알콜 熱量價의 약 53퍼센트와 같으나 이속에는 발효한 뒤 남은 고체를 건조하는 비용이 포함되어 있지 않았다고 말하고 있다.

眞空 蒸溜法도

몇몇 다른 연구소에서는 비어에서 알콜을 제거하기 위해 眞空 蒸溜방법을 연구하고 있다. 이 방법은 상당한 에너지투자가 필요하지만 알콜의 농축도는 높지 않다. (예컨대 6~7 퍼센트의 양조물에서 17~18퍼센트의 알콜을 얻는다) 그러나 酵母를 억제하기 전에 알콜을 제거하면 酵母가 보통의 비어의 경우보다는 훨씬 빨리 알콜을 생산할 수 있어 상당히 유리한 것이라고 美버클리소재 캘리포니아大學의 찰즈윌크는 말하고 있다.

美맨더빌트大學의 도널드 피어슨에 의하면 다중인산은 알콜水溶液으로부터 모든 수분을 제거할 뿐만 아니라 매개의 알콜分子로부터 2개의

水素와 1개의 酸素를 제거한다. 에탄올이 아닌 탈수알콜은 개솔린과 같은 炭化水素를 형성하기 위해 重疊하는데 이것은 용체의 상부로 올라와서 걸러낼 수 있다. 大氣壓에서 에틸·알콜은 귀중한 화학연료인 에틸렌 개스로 전환되지만 피어슨은 反應壓을 바꿔서 에탄올에서 개솔린을 생산하기를 바라고 있다. 다중인산은 수분을 몰아내기 위해 이것을 데우면 환원되나 소요되는 열은 비교적 높아서 에너지論 입장에서 볼 때는 불리할 것 같다.

디젤燃料 代用品

美케임브리지市の 다이나테크研究開發社의 도널드·와이스는 또 다른 공정에서 디젤 燃料의 대용품인 메칸을 용체의 상부에서 걸러낼 수 있다고 말하고 있다. 와이스는 조류를 박테리아로 발효시켜 액체연료를 생산하는 프로젝트를 관리하고 있다. 메탄의 정상적인 생산을 억제하면 발효로 6 炭素카르복실酸인 카프르酸을 생산할 수 있다. 이 酸은 石油와 함께 醱酵醱造에서 추출되어 전기분해로 메칸으로 전환되는데 이것은 電解槽의 상부에 부유한다. 와이스는 이 모든 공정의 코스트는 메칸 1 갤론당 45센트 이하로 추정하고 있으며 따라서 경제적으로 매력적인 것으로 만들 수 있다고 보고 있다.

美国바텔 紀念研究所 켈럼버스本部의 에드워드 리핀스키는 카르복실酸은 또 케톤을 만드는 데 쓰일 수 있다고 지적하고 있다. 이 酸은 鹽으로 침전시킬 수 있으며 이것은 다시 가열하여 케톤을 추출한다. 예컨대 부티르酸의 鹽은 “구어”서 4 헥탄을 만들 수 있다.

全工程의 經濟性이 關鍵

蒸溜는 가까운 장래에 택할 기술이라는 점에 대해서는 의심할 여지가 없으나 긴 안목으로 볼 때 전통적인 방법에서 좀 벗어난 분리법이 결국에는 더 에너지效率이 있다는 것이 밝혀질 것이다. 그러나 현재 조사중인 기술이 너무나 광범위하고 다양하기 때문에 알콜이나 그밖의 醱酵제품의 회수를 위해 어떤 방법이 증류와 대체될 것인지는 분명하지 않다. 결국 이것은 精製과정의 에너지效率에만 근거를 두기 보다는 전체공정의 경제성에 영향을 주는 附加給付나 資本投下코스트에 근거를 두고 선택을 하게 될 것이다.

(Science 5 October 1979)