

주정용 증류시스템 개발과 증류기술의 발전



남 기 두

(일산실업(주)부산주정공장/생산이사)

I. 서론

국내에서 생산되는 주정은 주정공장 자체 품질관리, 국세청 기술연구소의 주질감정, 대한주정판매(주)의 사전 품질관리 등 다단계 주정제품의 품질관리 시스템을 거쳐 최종 소비자에게 공급되고 있다.

최근에는 국내 주정의 품질이 외국의 품질에 견줄 수 있는지 또는 객관적으로 우리나라 주정의 품질이 어느 정도인지에 궁금해 하고 있으나 현재 우리나라와 같은 소주용 주정을 생산하는 나라가 없기 때문에 다른 나라와 객관적인 품질비교는 어렵다.

그러나 무색, 무미, 무취용 vodka 원료로서 2~3회 증류한 neutral alcohol과 비교하더라도 한 번 증류한 우리나라 주정의 품질이 전혀 뒤지지 않는 고품질의 주정을 생산 공급하고 있다.

이와 같은 고품질의 주정을 생산할 수 있는 증류기술은 발효공학과 미생물학, 화학공학, 생물공학 등 관련 학문의 발전과 더불어 주정공장 생산기술자들의 증류공정개선 및 운전기술의 최적화 노력이 지속되는 한 주질은 지속적으로 향상될 것이다.

■ 目 次 ■

- I. 서론
- II. 한국의 증류기술 발전 현황
- III. 외국의 증류기술 발전 현황
- IV. 증류탑의 자동화 운전
- V. 결론
- 참고문헌

II. 한국의 증류기술 발전 현황

1. 주정공업의 발전 배경

우리나라의 주정공업은 일제시대, 광복 및 1960년대 이후로 크게 구분할 수 있다. 일제 식민지 통치시대인 1919년 부산, 인천, 평양에서 주정공장이 건설되기 시작하여 2차대전 직전까지 비약적인 주정공업의 발전을 거듭하였다. 특히, 일본의 대륙 침략을 위한 병참기지 차원에서 무수주정을 생산하기 위한 대규모 주정공장이 건설되면서 현대적인 알콜산업이 이 땅에 태동하게 되었다.

광복 이후 6개의 적산공장과 한국인이 경영하던 2개의 공장으로 주정공업이 출발되었다. 1960년대에 증류식 소주가 회석식 소주로 대체되면서 주류에 의한 사회적 문제 야기를 계기로 정부는 주류제조장을 정비하기 이르렀고, 우리나라 회석식 소주에 알맞은 주정제조 및 증류기술이 발전하게 되었다.

1980년대에는 덴마크 NOVO사의 고역가 및 내열성 액화효소의 상용 공급으로 발효환경이 크게 개선되는 전기가 마련되었고, 1973년 이후 2번의 석유탄기 이후 열다소비성 증류시스템을 에너지 합리화 이용 측면에서 재접근하면서 증류기술의 발전 계기가 마련되었다. 따라서 1989년 전국에서 처음으로 일산실업(주)에서 진공증류 시스템을 편랜드 ALKO회사로부터 기술을 도입, 1990년부터 성공적인 상업가동을 시작함에 따라 자동화 및 현대화된 증류탑에 의한 제품생산과 더불어 새로운 증류기술이 보급되는 계기가 마련되었다. 이후에도 주정산업 특성상 고농도 폐액의 발생 등 환경문제를 해결하기 위하여 주정생산업체는 자구노력을 부단히 한 결과, 생물학적 폐수처리기술의 발전이 가속화되었을 뿐 아니라 일부 주

정공장에서는 증발농축법을 채용함으로써 환경기술분야에서도 신기술의 국산화를 달성할 수 있었던 계기가 되었으며, 비로소 현대적인 자동화 설비를 갖춘 주정공장들이 탄생하게 되었다.

최근에는 ALKO 증류시스템을 우리나라 회석식 소주 생산에 알맞은 주정생산을 할 수 있도록 일부공정과 운전기술이 개량된 진공증류 시스템이 국산화되어 노후 증류탑의 대체 증류공정으로서 널리 보급되고 있는 실정이다. 이 새로운 증류공정은 이미 7개 회사에서 채택되어 상용가동 중에 있다. 그 외 주정공장과 정제주정은 상압증류시스템으로 주정을 생산하고 있다. 현재 전국에 12개의 주정회원이사 연간 290,000kl 주정을 생산하여 10개의 소주공장에 공급하고 있다. 그러나 주정 시장의 개방화 계획에 따라 장치산업인 주정생산업체는 또한번의 위기와 동시에 발전 및 규모생산을 위한 M&A의 전기를 맞고 있는 실정이다.

2. 주정 증류기술의 발전

1) 요(mash)의 조성

발효과정에서 주정발효의 원료 조성, 사용균주, 발효환경 등에 따라 다종 다양한 물질이 생성된다. 발효가 끝난 요의 알콜농도는 최근 발효 및 생물공학기술의 급속한 발전과 고농도 균주 및 상업용 효소의 개발로 크게 향상되어 9.5~23% 정도까지 상승하였다. 요 중에는 aldehyde 25~79 mg/l, methanol의 경우 절간원료는 타 원료에 비하여 2~6배 높은 360 mg/l 정도이다. 이 외에 고급알콜류인 i- and n-propanol, diacetyl, i- and n-butanol, i-amyl alcohol 등이 대사과정에서 생성된다. 이들 고급알콜을 용해도차에 따라 증류공정에서 분리한 상등액을 퓨젤유(Fusel oil, amyl alcohol

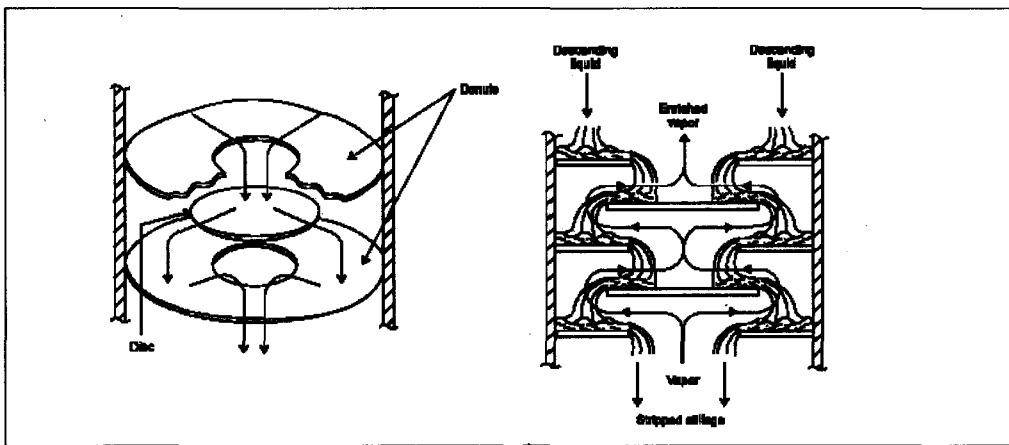
50~60w%, buthanol 10~20w%, propanol 수%, 그 외 에탄올, 지방산, 지방산 에스테르, furfural 등 평균분자량 60~70, 비점 약 130°C의 혼합물질을 말함)라 한다.

이들 성분은 무색, 무미, 무취를 성상으로 하는 주정에서는 불순성분으로 증류공정에서 분리 제거되어야 하나 양조주류인 wine이나 whisky의 경우 품질을 결정짓는 중요한 향취 성분으로서 매우 중요하다. 이의 불순물로서는 초산에틸, MEK, crotone aldehyde, acetal, acetyl amyl, acetoin 등이 발효과정에서 미량 생성된다.

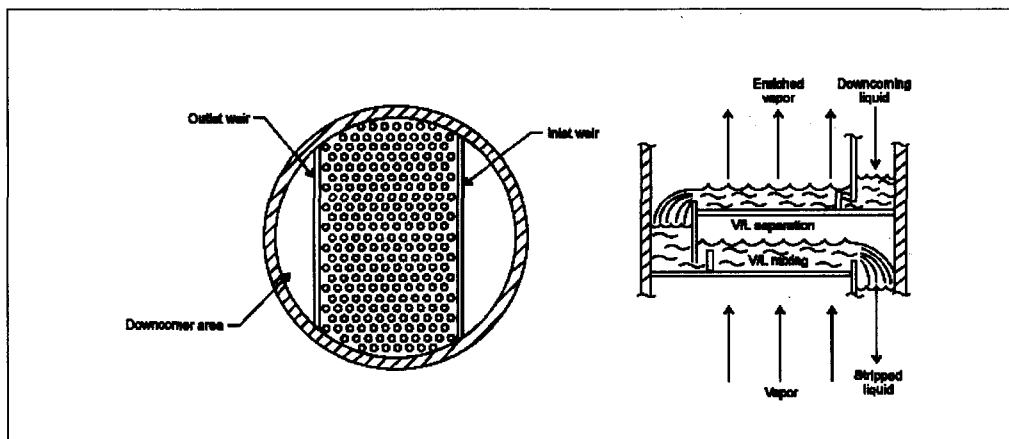
2) 증류기술의 발전

1990년 이전에는 앞에서 언급한 바와 같이 일본의 증류기술이 그대로 우리나라에 적용되었다. 우리나라 재래 증류탑은 일본의 대표적인 증류탑으로 발전한 일화 제3, 4형식과 Extra Super 증류형식을 모체로 약간씩 변형된 증류시스템이 설치되어 있었으며 1980년대에 이르러 Super Allospas 증류시스템과 그 변형증류시스템이 노후 증류시설 및 증설용 증류시스템으로 채택되어 건설되기에 이르렀다. 또한, 정제주정시설은 상압증류시스템으로서 그동안 발효주정의 경험을 바탕으로 요탑과

[그림 1] Dics-and donut trays



[그림 2] Perforated tray



분리탑(농축탑이라고도 함)이 없는 변형증류 시스템이 국내기술로 설치되었다.

현재 우리나라 주정공장에서 가동되고 있는 대표적인 증류탑은 Super Allospas 증류시스템이거나 이를 약간 변형시킨 증류시스템이 주류를 이루고 있다. 1990년대부터 채택된 진공 증류시스템도 주질을 최우선으로 하여 이와 같은 증류시스템을 취하고 있으나 부수적으로 에너지 이용합리화를 위하여 일부 증류탑을 진공으로 운전되는 것만 다르다. 감압증류 시스템은 특히 상압증류탑에서 분리가 어려운 crotonaldehyde, furfural, ethylacetate 등의 저비점 불순물의 효과적인 분리를 할 수 있는 장점이 있다. 최근에는 증류탑의 효율 향상을 위하여 각종 tray 개발[그림 1,2], azeotropic process 대신 molecular sieve dehydration system, 역삼투막법, 기-액 또는 액-액 추출법, 임계탄산가스(supercritical gas)를 이용한 알콜의 회수 및 농축기술, 투과증발법(pervaporation : permiation + evaporation) 등 경제적인 알콜 회수공정이 연료 및 산업용 알콜 생산에 실용화되기에 이르고 있다.

3) Super Allospas 증류탑의 기능

이 증류시스템의 제1,2추출탑은 Allospas 증류시스템에서는 제1,2 Allospas탑이라 부른다. 발효가 끝난 요를 옥상 서비스조에 펌프로 이송한 후 요탱크에서 자연 수두압으로 탑에 공급된다. 이 요는 요예열기나 요탑의 폐액 열교환기를 거쳐 비점 부근까지 예열된 후 분리탑에 공급한다.

· 분리탑 : aldehyde, 저비점 에스테르류 등의 저비점 성분이 주로 분리된 요는 요탑 탑정에 공급하여 수분과 고형물을 분리한다. 분리탑에서 분리된 저비점 성분이 풍부한 에탄올은 분리탑 탑정에서 증기 상태로 제1추출탑(제1

Allospas탑) 탑하부로 이송된다. 요탑에서 분리된 물과 고형물은 요열교환기를 거쳐 증류공정의 계외로 배출되어 폐액처리장으로 유입된다.

· 요탑 : 탑정에서 에탄올 약 45%를 함유한 증기가 농축탑 하부로 이송되어 농축탑에서 거의 제품농도 95vol% 까지 농축된 다음 이 탑의 응축기를 거치면서 응축되어 제2추출탑 35단으로 공급된다. 온수탑은 농축탑의 회수부로 탑정에서 거의 완전히 탈수정된 온수를 제1추출탑의 가수로 이용한다.

· 제2추출탑(제2 Allospas탑) : 이 탑정에 탈수탑의 하부에서 배출된 온수를 공급받고 농축탑 정부에서 95%까지 농축되어 이송되어 온 에탄올을 10vol%(7~12%) 정도 까지 희석, 가수 추출증류를 한다. 추출증류에 의해 다시 분리된 acetaldehyde, 에스테르류 등의 저비점 성분은 제2추출탑 탑정에서 이 탑 응축기를 거쳐 제1추출탑 15단으로 이송된다.

제2추출탑에서 약 10vol%(통상 운전에서는 제1추출탑보다 낮은 알콜농도로 추출하는 것이 좋다.)까지 희석된 에탄올은 탑하부에서 탈수탑 탑정으로 이송되어, 다시 제품농도까지 농축시킨 후 정류탑 탑정에서 메탄올분리탑 하부로 이송된다. 이 탑정에서는 미량의 메탄올을 함유한 불순메탄올을 분리한다. 탈수탑은 온수탑과 같이 온수회수를 목적으로 하고, 탑하부에서 배출된 온수는 수조를 경유하여 제2추출탑과 제1추출탑의 가수로써 공급된다.

· 메탄올분리탑 : 메탄올이 분리된 에탄올은 이 탑하부에서 정제탑 정부에 유입되고, 정제탑에서 최종적으로 정제되어 물-에탄올 공비 조성(상압)에 가까운 약 96%의 함수수정제품이 이 탑 하부로부터 제품 냉각기를 거쳐 최종 제품으로서 배출된다.

증기소비량을 절감하기 위하여 정제탑

reboiler에 열매체로써 제2추출탑 정부의 발생 증기를 공급하는 방식도 많이 이용되고 있지만 reboiler내 tube의 누설은 직접 제품주질에 영향을 미치므로 이 점이 우려될 경우 증기를 직접 공급한다.

· 제1추출탑 : acetaldehyde, 에스테르류의 저비점 성분을 함유한 불순메탄올이 분리탑에서 탑저로 유입되고, 제2추출탑에서 15단으로 이송되어 온수탑 및 탈수탑에서 공급되는 온수에 의하여 추출증류가 이루어 진다. 미량의 저비점 성분은 제2추출탑 정부에서 유출시키고, 가수추출시킨 에탄올은 이 탑하부에서 수조를 경유하여 분리탑 정부로 환류시킨다.

퓨젤유-물-에탄올 혼합액은 제1추출탑 15단 부근, 농축탑의 2~8단 및 정류탑의 1~6단의 각각 액층에서 취출시켜 냉각기를 경유, 퓨젤유 분리기(fusel decanter, 물과 비중차 및 상호용해도 차에 의한 정지분리) 상부에서 퓨젤유를 분리한다. 퓨젤유의 분리를 쉽게 하기 위해서는 side cut fraction을 1차 냉각시킨 다음 가수를 하여 20% 전후로 희석하여 퓨젤유를 분리한다. 퓨젤유량은 원료 단백질의 분해생성물

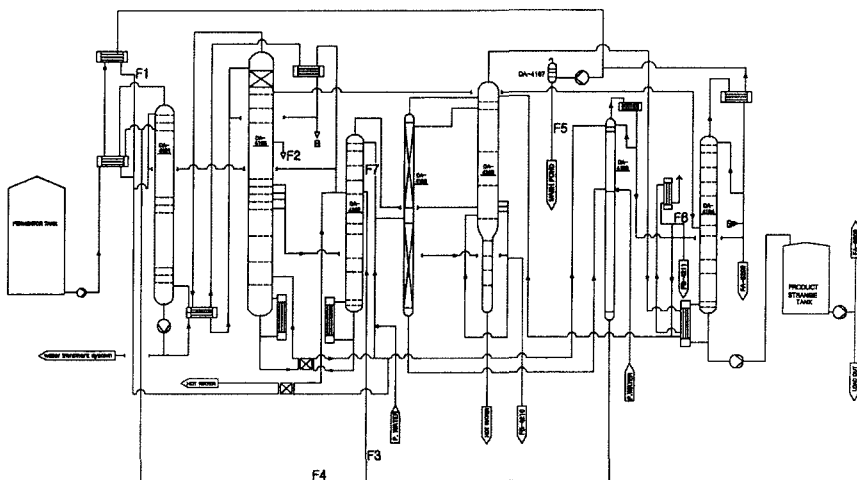
로서 대체로 최종 제품생산량 대비 0.5% 정도가 분리된다. 퓨젤유 분리기의 하층액은 수조를 경유하여 분리탑 정부로 회수된다.

4) 감압 증류탑(ALKO type)의 운전

ALKO社의 증류탑시스템[그림 3]은 가압탑의 상부 발생증기를 감압탑의 열원으로 이용하는 에너지 절약형 증류기로서 증류탑의 구성은 요탑(Mash Column), 정제탑(Rectification Column, Super Allospas식에서는 정류탑이라 부름), 제1추출탑(Predistillation Column), 복합불량조정탑(Feint's Column), 제2추출탑(Side stripper), 제품탑(Methanol-Column, Super Allospas식에서는 정제탑이라 부름)으로 구성되어 있다. 이 증류시스템 중에서 요탑과 제품탑만 진공으로 운전되고 있다. 각 탑의 기능은 앞에서 언급한 Super Allospas 및 Extra Super 증류시스템의 탑과 같으나 약간씩 다르게 불려지고 있는 경우도 있다.

· 요탑(Mash column) : 요에서 알콜과 고형분을 분리해 내는 탑으로 가열원은 스팀 대신에 정제탑의 over head vapour를 reboiler에 도

[그림 3] ALKO type 증류공정 흐름도



입시켜 가열원으로 이용한다. 요는 예열기에서 요탑으로부터 발생하는 알콜증기와 열교환되어 탑상부로 공급하고, 하부에서는 폐액이 배출된다. 탑 상부에서 발생하는 알콜증기는 분리탑(혹은 농축탑)의 유무에 따라 다르나 약 65~95v/v%로 요 예열기를 거쳐 콘덴사에서 응축되어 일부는 환류시키고 나머지는 제1추출탑으로 공급된다.

· 제1추출탑(Predistillation column) : 요탑에서 공급된 알콜에 가수하여 추출증류를 한다. 유기 불순성분 및 휴젤성분 등을 분리 제거하여 비교적 순수한 알콜 상태로 정제탑에 공급된다. 이 탑의 side reboiler는 정제탑의 저부 배출수(hot lutter water)의 flash 증기를 이용한다. 불순물 분리조작은 가수로 비휘발도 차이가 생겨 탑상부로 물과 공비혼합물을 형성하지 않는 -OH기가 없는 유기 불순성분, 각종 aldehyde 등이 함께 상승하여 증기상태로 복합불량주정탑으로 공급되며 이 공급 증기의 잠열은 복합불량주정탑의 열원으로 이용한다. 하부로는 메탄올과 에탄올이 물과 공비혼합물을 형성하여 낙하되어 정제탑으로 유입된다.

· 정제탑(rectification column) : 제1추출탑에서 유입된 stream을 96v/v%까지 농축시키는 탑이다. 이 탑의 상부 알콜증기는 콘덴사를 이용하지 않고 요탑의 reboiler로 보내 응축열을 요탑의 열원으로 이용한다. 즉, 요탑의 reboiler는 정제탑의 콘덴사가 되는 셈이다. 제품의 농도는 이탑에서 결정되며, 제1추출탑에서 미분리된 고비점 불순물(주로 휴젤유 성분 및 비점 80~85°C 물질)을 분리한다. 이 탑 중부 불순물 취출단의 알콜농도와 취출량은 TDC에 의해 자동 조절되며, 농축된 알콜(메탄올 함유)은 상부에서 액체상태로 제품탑에 공급된다.

· 복합불량주정탑(Feint's Column) : 제1추출

탑에서 증기상으로 공급된 불순물과 제품탑에서 공급된 메탄올이 함유된 알콜을 농축 분리하는 탑이다. 탑 중부에서는 퓨젤유를 취출한다. 이탑의 상부 알콜증기는 제품탑의 열원으로 이용되며, 퓨젤 취출단의 온도는 TIC에 의해 자동조절된다.

· 제2추출탑(Side stripper of Feint's column) : 복합불량주정탑의 중상부에서 공급되는 알콜을 재추출하여 불순물 분리효율을 높이는 탑으로 탑중부에 고온수(98~105°C)를 공급 가수하여 복합불량주정탑에 집적된 불순물의 낙하방지 기능과 동시에 복합불량 주정탑에 공급된 알콜을 회수하는 탑이다.

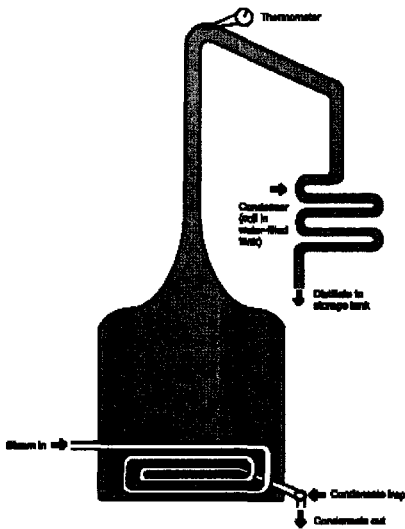
· 제품탑(Methanol separation column) : 최종 제품을 생산하는 탑으로 메탄올-에탄올의 2성분계로 비점차를 이용하여 하부에서 최종제품을 생산하고, 상부에서는 메탄올을 농축 분리한다. 운전열원은 복합불량주정탑의 상부 알콜증기의 잠열을 이용한다.

Ⅲ. 외국의 증류기술 발전 현황

에탄올 증류법은 옛날부터 회분식 단증류 [그림 4. 5]로 시작된 이래, 많은 변천과 기술적인 발전을 가져왔다.

근대의 증류법은 다성분계의 증류공정으로 증류단수, 탑의 구조, 불순물의 분리순서와 방법, 탑의 조합방법, 열경제성 향상 방법, 운전 조작법 등의 요소에 의하여 여러 종류의 증류시스템이 사용되고 있다. 통상 에탄올 증류법은 대개 상압증류법으로서 각 탑을 상압하에서 에탄올-물의 공비조성에 가까운 95~96%의 함수 에탄올을 목적제품으로 한다. 따라서 공비조성에 극히 가까운 농도에 도달하여 물 이외의 불순성분을 함유하지 않으면 증류의 목적은 충분히 달성될 수 있다. 일본에

[그림4] 단증류 모식도



서 오래전부터 사용되어 오고 있는 대표적인 증류시스템으로는 Ilges, Barbet, Guillaume 및 Golzen-Grimma type 등이 있다. 이들 증류시스템은 순수한 원래 증류방법이 사용되는 것보다도 주질개선을 위하여 각각 개량 변형되었고, 여러 증류시스템에서 장점을 채용하여 절충한 새로운 증류시스템이 탄생하게 되었다.

1. Ilges 증류탑

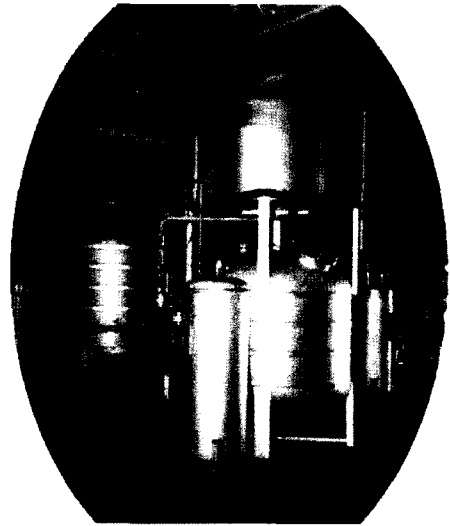
탑수는 4개, 요탑, 정류탑, 탈수탑(이상 3탑 에탄올 농축), 최종정제탑(저비점성분 분리)으로 구성되어 있다.

Aldehyde 및 저비점의 에스테르류의 분리를 최초로 행하지 않고 최종탑에서 분리되며, 제품은 이 탑의 하부에서 취출한다. 최초 요탑의 plate는 bubble cap이고, 정류탑은 충전제를 사용하고 있는 구조상의 특징을 가지고 있다. 또 분축기를 탑내에 가지고 있을 경우가 많다.

2. Barbet 증류탑

탑수는 2개, 초류탑(에탄올 농축, 저비점 성분 분리) 및 정류탑(에탄올 농축, 퓨젤유 분

[그림5] 회분식 감압 단증류 시스템



리)으로 구성되어 있다. Ilges 증류시스템과 반대로 저비점 성분을 최초에 제거한 후 최종탑에 보내고, 제품은 최종탑의 정부에서 취출한다. 이 증류시스템의 특징은 최종탑의 중앙부에 특수 냉각 장치를 부착하여 퓨젤유를 분리하고, 폐액의 현열을 회수하여 증류원액을 예열, 열경제성을 향상시킨 것을 들 수 있다.

3. Guillaume 증류탑

탑수는 5개, 요탑(에탄올 농축), 초류탑(가수법에 의한 저비점 성분 분리 및 hot decanter에 의한 퓨젤유 분리), 탈수탑(에탄올 농축), 정류탑, 최종정제탑(이상 두탑은 에탄올 농축 및 퓨젤유 분리)으로 구성되어 있다.

이 증류시스템은 열교환기의 사용에 의한 열경제성의 향상, 가수증류법에 의한 aldehyde, 에스테르류의 저비점 성분을 분리하고 탈수정탑의 사용하는 등 최근의 증류방식에 매우 유사한 증류시스템이다. 제품은 최종정류탑의 중앙의 약간 아래쪽 부분에서 취출한다. 또 정류탑 하부에 압력조정관을 부착하여 증류탑내에 있는 에탄올 증기의 변동을 완화시키는 것도

특징중의 하나이다.

4. Golzen-Grimama 증류탑

탑수는 6개, Gillaume 증류탑을 개량한 것으로 열경제성 향상 및 퓨젤유 분리탑을 설계한 점이 특징이다. Gillaume 증류탑에 퓨젤유 분리탑을 추가한 증류시스템이다. 이 퓨젤유 분리탑에는 초류탑, 정류탑에서 취출한 퓨젤유를 다량 함유한 액을 공급하고, 퓨젤유에 에탄올 성분을 분리 회수한다.

5. Allospas 증류탑

일본증류공업 KK에서 개발한 증류시스템으로서 탑수는 7개, 요탑(에탄올 농축, 저비점 성분 분리), 농축탑(에탄올 농축), 추출탑(가수에 의한 저비점 성분 분리), 탈주정탑, 정류탑(이상 두 탑은 에탄올 농축), 메탄올분리탑, 정제탑(제품의 최종 정제)으로 구성되어 있다.

본 증류시스템의 최대 특징은 aldehyde, 에스테르류의 매우 낮은 저농도의 저비점불순물을 에탄올에서 분리하기 위하여 가수에 의한 에탄올 추출 증류법을 채용하고 이들 불순과 에탄올과의 상대휘발도를 크게 하는 것이다. 이 증류시스템에서는 농축탑과 탈주정탑, 정류탑으로 구성되어 있고, 농축탑에서는 제품에 상응하는 주정농도 95%까지 농축시켜 에탄올 추출탑으로 보낸다. 추출탑에서는 하부 에탄올 농도를 약 10vol%가 되도록 탈주정탑 하부에서 회수된 온수를 가해 희석, 추출증류를 하여 탑정에서는 저비점 불순물을 집적하여 분리한다. 추출탑 상부에 hot decanter를 설치, 퓨젤유 분리를 시도되었다. 다시 정류탑과 정제탑의 중간에 탈메탄올탑을 설치 메탄올을 함유한 불순에탄올을 분리하고 있다. 또 이 증류시스템은 협화발효공업KK가 가장 먼저 산업적으로 채용한 바 있으며, 그 후 이 회사의 기술

진에 의해 요탑의 기능 중에서 저비점 성분 분리가 어려운 것을 알고 새로운 분리탑을 설치한 개량증류방식을 채택하여 좋은 결과를 얻었다. 이 결과에 따라 Super Allospas 증류시스템은 처음부터 전면적으로 이 방식이 도입되어 어느 알콜제조공장에서나 분리탑을 설치하게 되었다.

6. Super Allospas 증류탑

일본증류공업KK가 탑 10개로 Allospas 증류시스템을 개량한 증류시스템으로서 완전한 불순물 제거와 소비열량의 절감을 시도한 증류시스템이다. Allospas 증류시스템과 비교하면 분리탑(저비점 성분 분리), 제1추출탑(가수에 의한 저비점 성분 분리, Allospas 장치에 있어서는 추출탑을 제2추출탑이라 함), 온수탑(온수회수)이 증가되었다.

이 증류시스템에서 발효가 끝난 요는 요탑에 공급되기 전에 분리탑에 넣어, 미리 저비점 성분을 분리한다. 분리탑 및 제2추출 탑정에서 나온 저비점 성분을 많이 함유한 증기 및 액은 제1추출탑에 집적시켜 저비점 성분의 농축 및 에탄올 회수를 가수에 의하여 추출증류를 한다.

저비점 성분은 탑정에서 분리하고, 회수된 희박한 에탄올은 탑 하부에서 분리탑으로 반송한다. 또 증기 및 온수의 에너지 절감을 위하여 농축탑 하부에 온수탑을 설치, 추출용의 온수를 회수하고 있다.

7. Extra Super 증류탑

일본화학기계제조 KK가 개발한 일화 제5형식으로서 Super Allospas 증류시스템과 매우 유사한 증류시스템으로서 각탑의 기능도 대체적으로 Super Allospas의 각 탑을 따르고 있다. 따라서 각 탑의 명칭도 Super Allospas식에 준

하여 불리며 () 내만 이 증류시스템의 탑 호칭이다. 각 탑은 9개 탑으로 구성되어 있지만, 분리탑(제1추출탑)과 요탑(제2요탑)이 탑경이 다른 하나의 탑으로서 접속되어 있기 때문에 실질적으로는 10개의 탑이다. Super Allospas식과 다른 점은:

①분리탑 탑정의 저비점 성분을 함유한 불순에탄올을 증기 상태로 제2추출탑에 공급하지 않고 농축액으로서 공급한다.

②제2추출탑 상부의 hot decanter 부분 저비점 성분의 농축부를 폐지하고, 저비점 성분을 함유한 불순에탄올을 희박한 상태로 탑정에서 취출한다.

③제1추출탑 하부의 희석된 에탄올은 분리탑에 반송하지 않고 온수탑(농축탑을 제1추출탑으로서 제2추출탑이라고 부름)에 공급시킨다.

④탈메탄올탑을 정류탑의 중간에 설치하지 않고, 정류탑의 탑정 성분 중의 메탄올을 분리할 수 있도록 별개로 설치되어 있는 점이다.

8. 중앙 제8형식 증류탑

중앙 화공기KK가 개발한 탑수 7개 증류시스템으로 요탑, 농축탑, 추출탑, 탈수탑, 정유탑, 메탄올분리탑, 정제탑, 저비점 농축탑으로 구성되어 있다. 이 증류시스템이 Super Allospas식과 다른 점은

①추출탑이 하나이고,

②요탑, 농축탑, 추출탑의 각 탑 정부의 저비점 성분을 합쳐서 저비점 농축탑에 공급하고 있으며,

③저비점농축탑, 추출탑, 정제탑, 메탄올분리탑에서 취출한 희박한 에탄올액 및 퓨젤유 성분을 합쳐서 농축탑에 공급하여 에탄올 농축 및 퓨젤유를 분리한다.

세계 2차 대전 이후 품질향상 더불어 증류수율 향상의 시도가 추진되어 급격히 보급된

증류시스템으로서 Allospas 증류시스템, 그 개량형의 Super Allospas 및 Extra Super 일화 제5형식 등이 있고, 다시 중앙 제8형식이 발표되는 등 증류시스템이 일본에 들어와서 음용주정의 정제용으로 기술발전이 가속화되었다. 이들 증류시스템은 대개 7~11개의 증류탑으로 구성되어 있어 당연히 소비 증기량도 Golzen-Grimama 증류시스템 이전의 증류시스템보다는 현저히 상승하지만 에너지 절약형 증류시스템 개발이 시도되면서 에너지 원단위도 점점 감소되었다.

그러나 60~70대 산업화 과정을 거치면서 공해산업으로 분류되고 자국내 농산물이 비중이 감소함에 따라 70년대 초 알콜산업이 재경비되면서 발효주정산업이 마감되었다.

그리고 알콜생산시설은 NEDO에 편입되어 국가연료 정책에 따라 연료알콜을 항시 생산 공급할 수 있는 체제로 전환되었다.

따라서 일본에서는 증류식 소주를 제외한 발효주정은 국내에서 생산은 하지 않고 조주정을 수입, 정제하여 사용하고 있다.

IV. 증류탑의 자동화 운전

양질의 주정을 생산하기 위하여 주정공장에서는 GC, NIR 등 자동화 분석장비를 도입, 증류단위 공정별 불순성분을 분석하여 자료 축적을 통한 증류탑의 특성분석 등 결과를 신속히 증류공정 운전에 반영하고 있다. 최근 국내 주정공장은 주질향상을 위하여 기존 증류공정은 물론 신설 증류공정에 많은 자동화 진행되고 있는데 자동화 계장은 환류량 혹은 공급액량에 의한 온도조절, 가열용 증기 공급량에 의한 증류탑 내 압력의 조절 및 응축기 냉각수량에 의한 환류조절의 자동화가 이에 해당된다. 알콜 증류탑의 운전조작에 있어 특히 유의

할 점은 요탑 하부온도와 압력과 및 증기 상승속도, 농축탑 탑정 온도, 정류탑~메탄올분리탑~제품탑 등 3개의 탑간에 유량 및 퓨젤유 분리단의 온도 등이 중요한 운전 요인이다. 따라서 증류탑의 운전 신뢰성 확보를 위하여 알콜 증류설비와 utility의 자동화가 신설 증류시스템은 물론 기존의 재래 증류시스템에도 부분적으로 진행되고 있는 추세이다.

증류탑 자동화 운전의 목적은 '고도의 숙련을 필요로 하지 않을 뿐만 아니라 안전한 CRT 운전 환경으로서 최상의 운전조건을 구현할 수 있고, 설비나 장치 단위의 독립 또는 분산된 운전을 감시형태(supervisory system)로 통합 운전함으로써 효율적인 운전이 또한 가능하다.

CRT 운전안내(guide message)에 따라서 대화형식으로 간단히 운전을 할 수 있는 공장 자동화 program도 상용화되어 있어 공장 실정에 맞는 program을 잘 선택, 설치하면 된다. 또한 보조적인 감시 기능을 가능한 자동화하고, 운전부하를 줄여 주면 운전자가 여유를 가지게 되므로 안전운전이 보장되어 운전 실수를 방지할 수 있고, 이상 발생 즉시 운전요원이 이를 확인하고 대처할 수 있어 운전 신뢰성이 확보되는 장점이 있다.

뿐만 아니라 증류설비의 자동화는 생산설비를 장기간 연속 운전하거나, 설비계획에 따라 기초적인 자동화를 단계적으로 추진할 수도 있다.

또한 공장의 자동화는 장래의 유연성, 확장성을 감안하여 DSC 제어방법을 채용하여 순차적인 digital화를 계획하고, Start up/shut down 운전이 매우 복잡하거나, 운전요원의 고령화 또는 숙련 기간이 짧아 운전에 지장을 초래하는 우려 등을 배제할 수 있는 장점이 있다.

에너지 소비원단위는 증류공정의 열회수 정도, 생산량의 규모 등에 따라서 매우 다르나 상업증류공정의 경우 제품 당 0.32~0.51Nm³/LNG, 진공증류공정일 경우 대개 0.19~0.22Nm³/LNG(열량 10,500Kcal/Nm³ 기준) 정도이다.

V. 결론

주정의 품질은 최근 증류공학과 발효공학기술 관련학문의 눈부신 발전으로 양질의 제품을 생산공급하고 있는 실정이다.

최근의 현대화된 증류공정과 재래 증류시스템이 공존하지만 이들 증류탑에서 생산되는 주정은 무색, 무미, 무취의 관능을 최우선으로 하는 우리나라 희석식 소주 뿐만 아니라 이와 유사한 카테일 base용 vodka 생산에 이용되는 2~3중 연속증류한 주정의 품질에도 전혀 손색이 없는 국제적인 수준의 주정을 생산 공급하고 있다. 또한 주정공장에서는 이에 만족하지 않고 소비자 요구에 부응하는 최상의 주질공급을 위하여 품질관리와 기술개발에도 부단한 노력을 경주하고 있음을 밝혀 두고자 한다.

<참고문헌>

1. Panicker P. K. N. 1969. Distillation Plant-Design, Chem. Proc. Eng. Sept. 35-39
2. Leppanen O. and Laakso R. 1989. Use of a Turbo Compression in an Ethanol Distillation System. ALKO Ltd, Process and Product Development, Unpublished Files.
3. Black C. 1980. Distillation Modeling of Ethanol Recovery and Dehydration Processes for Ethanol and Gasohol, CEP, Sept. 78-85
4. Ikari A., Hatate Y., Sakaue S. and Kubota Y. 1984. Behavior of a Minute Amount

-
- of Furfural in Distillation of Aqueous Ethanol Solution under Reduced pressure. *J. Chem. Eng. Japan*, 17(5): 486-490
5. Tegmeier U. 1985. Process Design for Energy Saving Ethanol Production. *Biotechnol. Lett.* 7(2): 129-134
 6. Ikari A., Hatate Y., Sakaue S. and Tokyoshi O. 1986. Behavior of a Minute Amount of Crotonaldehyde in Distillation of Aqueous Ethanol Solution under Reduced Pressure. *Ind. Eng. Chem. Process.* 25(4): 859-862
 7. United States Patent No. 4569726, 1989. Process for the Separation of Ethyl Acetate from Ethanol and Water by Extractive Distillation.
 8. Leppanen O., Denslow J. and Ronkainen P. 1980. Energy Consumption in the Distillation of Fuel Alcohol. *Proceedings of the IV International Symposium on Alcohol Fuels Technology*, Guaruja-SP-Brazil, 1: 113-117
 9. Dehydration of Ethanol by Molecular Sieve Beds, 1993. Vogelbuch USA Inc. Files.
 10. Rapin J. L. 1988. The Betheniville Pervaporation Unit the First Large-Scale Productive Plant for the Dehydration of Ethanol, Nancy, France, Sept. 364-378
 11. Distillation. *化學工學*. 1953. 12(2) 70-78
 12. Jacques K., T.P. Lyons and D.R. Kelsall. *The Alcohol Textbook* 3rd Edition, 1999
 13. Nam K.D. et.al. Impurities Formed from Ethanol Fermentation Process among Different Materials and It's Effective Separation in Large Scale, 1986. *Kor. J. Appl. Microbiol. Bioeng.* 14: 371-376
 14. Pham C., Motoki M., Matusumura M. and Kataoka H. 1989. Simultaneous Ethanol Fermentation and Stripping Process Coupled with Rectification. *J. Ferment. Bioeng.* 68(1): 25-31