

식물추출물을 이용한 메틸머캡탄 제거 특성 연구

박 영 규

(주)푸른들, 대진대학교 화학공학과

(접수 : 2007. 1. 2., 게재승인 : 2007. 6. 14.)

Characteristic Study for Methyl-mercaptain Removal by an Essential Oil

Young Gyu Park

Prundle Ltd., Daejin University, Kyungkido 487-711, Korea

(Received : 2007. 1. 2., Accepted : 2007. 6. 14.)

Increasing public concerns over odors and air regulations necessitates the remediation of a wide range of odorous compounds for industrial purpose. Currently, wet scrubbing technique by neutralization using essential oils is utilized to treat methyl mercaptan odor. The chemical analysis is performed to analyze the composition of an essential oil by GC-MS. The objective of this study is to clarify the possibility of the neutralization of odors sprayed in the fixed bed and determine the removal efficiencies in the misty aerosol by different input odor concentration. It is found that methyl mercaptan is significantly removed in the wet scrubber, and their removal efficiency of methyl mercaptan is obtained by 98%.

Key Words : GC-MS, odor, methyl mercaptan gas, liquid-liquid extraction, essential oil, fixed bed

서 론

우리나라의 경제성장과 국민소득이 증가함에 따라 각종 공해문제에 대한 관심도가 산업계에 종사하는 종업원 뿐만 아니라 생활환경에서도 관심이 급증하고 있다. 특히 악취문제는 전형적인 공해의 하나로 규제대상이 되어 있으며 실내 환경에서 소음과 함께 피해에 대한 호소가 가장 많은 부분이다. 이것은 소음, 악취 모두가 소위 말하는 감각공해이어서 미각이나 청각에 직접적으로 작용하는 성질 때문에 많은 사람들에게 피해를 주고 있다. 이처럼 악취는 처음부터 규제되고 있는 중요한 대상이었음에도 불구하고 대응하는 기술이 다른 공해 오염원의 여러 분야에 비해 대단히 늦어지게 되었고 또 악취의 대한 연구도 광범위하게 전개되어 있지 않다. 최근에는 악취의 발생원 중 유황 화합물, 질소화합물 및 탄소화합물 등에 대해서는 오염방제대책 및 새로운 기술개발 등에 힘입어 공정개선이 이루어지고 있다(1). 이와 함께 생활환경 실내 공간 등에서 발생하는 악취가스는 공기오염 뿐만 아니라 독성, 인화성 등 제반문제를 일으키고 있다.

이와 같은 악취가스를 정화하는 데 있어서 종래의 방법으로 필터 등을 사용하고 있지만 필터를 재처리하는 과정에서 또 다른 환경오염 등의 여러 가지 문제점이 대두되고 있다. 다른 대체방법으로는 광촉매를 이용하거나(2), 규모가 큰 경우에는 미생물을 이용한 악취가스 정화 시스템을 개발하여 악취가스로 인한 작업환경 등을 개선시키고 있다(3). 광촉매를 이용하는 경우 처리효율이 떨어지고 비용 상 문제점이 대두되고 있다. 또한 미생물에 의한 탈취 방법은 이차공해가 없고 운전비용이 적게 든다는 이점이 있다. 그러나 미생물을 이용한 정화장치는 처리면적이 필요하고 투자비용도 크기 때문에 이에 대한 경제성이 문제점으로 대두되고 있다.

그러나 본 연구에서와 같이 침엽수림에 대한 여러 가지 기능성 생리활성이 밝혀짐에 따라 이들을 추출 정제하여 악취문제를 해결하고자 하는 노력이 많은 관심을 가져오고 있다. 침엽수림 등으로부터 생리활성물질을 찾는 연구는 오래 전부터 진행되어 왔으며 주로 질병에 대한 치료 연구제 및 건강보조제로서 사용되어 왔지만 이들을 공해 처리를 위해 사용한 적은 매우 드물다. 이러한 임산물 등의 식물추출물들을 사용할 경우에 인체에 무해할 뿐만 아니라 식물추출물에서 발생하는 자연향 등으로 인해 실내 환경을 크게 개선하고 작업자들에게 친근감을 줄 수 있기 때문에 기존의 생활환경에 악영향을 미치지 않으면서 악취가스 등을 정화할 수 있어서 잇점을 갖고 있다. 그

† Corresponding Author : Prundle Ltd., Daejin University, Kyungkido 487-711, Korea

Tel : +82-31-539-1994, Fax : +82-31-536-6676

E-mail : ypark@daejin.ac.kr

러므로 본 논문에서 사용하게 될 식물추출물은 목재나 나뭇잎에 존재하는 휘발성 성분인 식물정유를 추출하는 것이다. 이는 식물의 2차대사물질이고 이들을 이용해 환경오염 방제 처리하는 경우는 드물지만 최근에 대기가스 중 악취성분이 강한 암모니아 가스 등을 제거하기 위해 사용하는 것으로 알려 지고 있다(4). 식물정유는 terpene 성분으로 이루어져 있으며 소나무와 침엽수림 나무의 정유성분 특성이나 조성에 관한 연구가 이루어져 왔고 이들의 중요성은 급증하고 있다(4). 식물정유의 이용성은 의료용 및 살균용 그리고 식품조제로 사용되고 있기는 하나, 식물정유 추출물을 환경오염방제를 위해 사용하기 위한 연구는 거의 없는 실정이다. 특히 이들을 악취물질 중 메틸 멀갑탄 가스를 선정하여 악취가스의 분해를 위하여 식물추출물을 이용하여 악취가스를 중화시키고 그들의 화학적 성분을 규명하기 위한 기초기술 설정에 주안점을 둔적은 거의 없는 것으로 알려지고 있다.

그러므로 본 연구는 생활환경에 영향을 주는 악취가스를 선정하여 이들이 분해처리하기 위한 식물정유의 효과를 밝히는 데 목표로 두고 있다. 이를 위해서 식물정유 추출물의 화학성분을 분석하고 중화반응 메카니즘 규명을 위한 기초연구를 유도하는 데 연구의 목표를 갖는다.

재료 및 방법

식물재료

기존의 한방조제 방법이나 한방중탕에 의한 천연중화제를 제조하거나 목초액을 사용하여 악취를 제거하는 방법이 국내에서 사용되었다. 또한 김탁현 등(1)과 같이 외국에서 식물정유 원료물질을 수입하여 악취제거실험을 수행하기도 하였다. 그러나 본 실험에서는 자체기술을 이용하여 국내에 자생하는 침엽수 수목재료를 이용하여 식물정유를 추출하였다.

본 연구에서는 광릉 수목원 등지에서 생육되고 있는 수령 30년생의 침엽수림을 대상으로 하였으며 잎은 가을(10월에서 11월)에 채취하였다. 식물정유추출을 위해서 절단된 잎과 수목의 크기는 한일믹서기로 분쇄하여 5 cm² 이하로 절단되었으며 1분간 분쇄한 후 식물추출액을 얻기 위해 샘플을 준비하였다. 잎과 나무는 지면에서 1.5 m 높이에서 가지를 절단하여 수집하였다. 추출된 정유성분 중 Monoterpene 물질은 분자량이 100 이상의 비교적 분자량이 크고, 2개의 isoprene으로 이루어진 식물체의 2차 대사과정의 중간 생성물로 알려져 있다. 대개 식물정유로 추출된 monoterpene은 지리적 변종, 계절적 영향, 조직의 연령, 침엽수의 수직적, 수평적 위치 등에 따라 성분 등이 달라 질 수가 있다(5).

추출방법

추출방법은 알코올을 이용한 액-액추출 통해 추출액을 제조하였으며 일정한 온도에서 가열하여 이때 증류방법으로 식물추출액을 추출하기 위해 온도조절 방법의 단계를 거쳐 제조하였다(6). 정유추출의 효율을 증진시키기 위해 1

리터의 알코올 증류액에 100 g의 분쇄샘플을 넣고 5시간 동안 추출한 후 정유추출을 시도하였다. 추출을 위한 증류기는 5 kW의 용량의 전기 용탕기를 사용하였으며 pyrex 재질의 추출장비를 제작하여 사용하였다. 1시간 동안 추출기를 냉각시키면서 감압증류 방법을 이용하여 식물 정유를 추출하였다.

악취물질

악취가스 중 메틸멀갑탄 가스는 자극성 있는 기체상의 물질이고 사람의 후각을 자극하여 불쾌감과 혐오감을 준다. 특히 메틸멀갑탄 가스는 발생원이 다양하고 비교적 낮은 농도에서도 취기를 발생하므로 어느 정도 악취를 저감시키더라도 그에 따른 개선효과를 얻기가 어려울 뿐 아니라 쉽게 감지되므로 많은 민원사항이 되고 있다. 메틸멀갑탄 가스는 주변에서 흔히 볼 수 있는 발효시설 뿐 만 아니라 질소계의 유기물이 혐기성 분해가 일어나면서 생성되기도 한다. 특히 합성섬유 공장이나 질소비료 제조공장 등에서도 발생하지만 발생농도가 매우 다양한 편이다. 이 경우에 메틸멀갑탄 가스의 대기 중 악취의 규제농도는 0.004 ppm인 것으로 알려 지고 있다(7). 본 실험에서 사용한 악취의 농도는 260 ppm 이상의 농도를 조제하여 실험을 수행하였다.

분석방법

식물정유성분은 휘발성이 매우 강하기 때문에 샘플주입구의 상승온도로 인해 식물정유 샘플의 주입 후 휘발성이 강하게 나타나고 있다. 이러한 샘플량의 휘발성으로 인해 정확한 분석이 불가능하기 때문에 이를 극복하기 위해서는 휘발성분을 재포집하는 포집관 (head-space)을 마이크로 시린지 주사관에 부착하여 주입을 시도하였다. 본 실험에서는 SPME (Solid Phase Microextraction) 포집방법을 채택하였고 주사관 내부에 소수성 흡착력이 높은 65 μ m의 고분자섬유 (polydimethylsiloxane-Divinylbenzene)를 장착하여 주사관을 GC 샘플주입구에서 25°C에서 30분간 추출하도록 장치하였다. 본 SPME는 Supelco (USA)사에서 구입하였다.

식물정유 성분은 GC-MS분석을 위한 실험조건은 다음과 같다. 실험에 사용된 GC-MS는 Hewlett Packard사의 HP6890과 HP5973 (MSD)를 사용하였고, GC column은 HP-1 (60 mm x 0.25 mm x 0.25 mm), carrier gas는 헬륨 가스를 사용하였고 주입온도는 250°C, 항온조 (oven)의 온도는 50°C에서 240°C로 증가시켜 성분들을 분석하였다. HP 5973 MSD에서 mass range가 28~550 그리고 acquisition mode는 scan mode조건으로 성분들을 정량하였다.

실험장치

본 연구에서 사용한 탈취방법은 압축공기를 이용하여 식물정유 추출물을 분사시키는 분사노즐을 이용하여 탈취시키는 스프레이에 의한 방법과 식물추출액을 충전탑 내에서 재순환시키는 방법을 병행하여 사용하였다. Fig. 1에서 보듯이 혼합기에 희석배수를 정한 후에 식물정유 추출물의 원액과 물을 원하는 희석비율에 따라 희석시키고 식물추출물의 순환방법과 분사노즐의 분사량을 조절한 후에

분사시키는 방법이다. 탈취반응이 충분히 일어난 후에 Gastec 검지관을 이용하여 배출구로부터 배출되는 악취대기가스 중의 메틸메르캡탄가스의 농도를 측정하였다. 메틸메르캡탄가스는 연구에 알맞는 농도인 260 ppm 이상이 되도록 메틸메르캡탄가스를 제조하고 분사노즐을 이용하여 분사시키는 방법을 채택하였다.

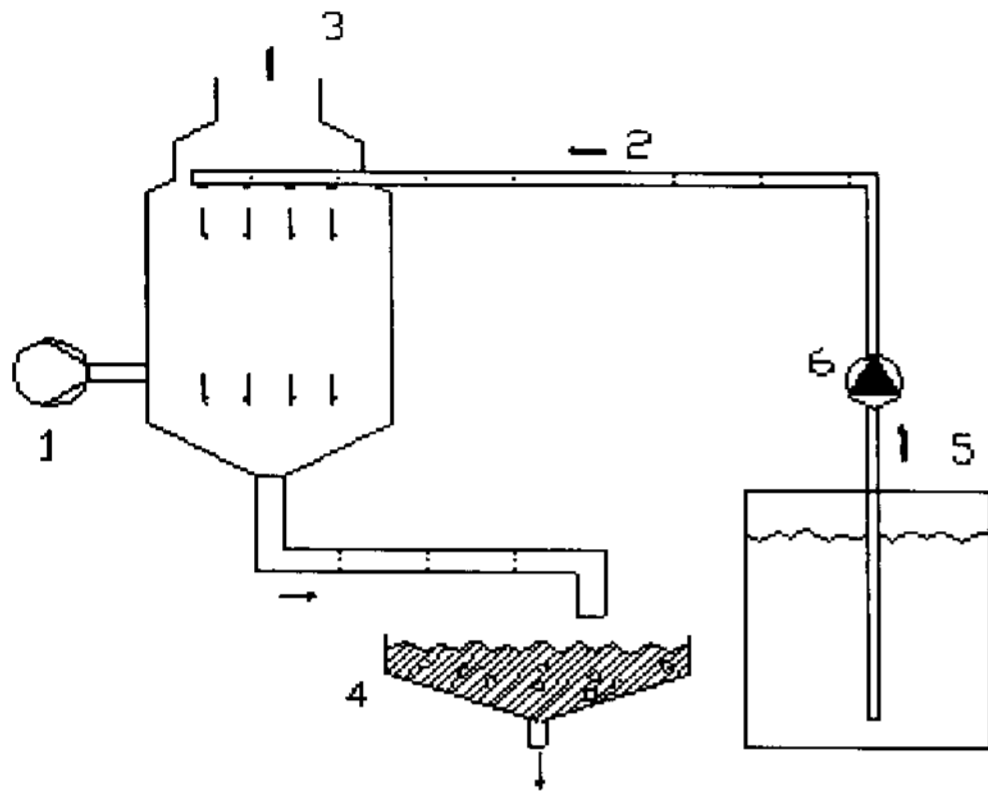


Figure 1. Schematic diagram of a scrubber tower (1: inlet of ammonia gas 2: inlet of an essential oil 3: scrubber tower 4: essential oil solution 5: tank of an essential oil 6: inlet pump).

악취대기가스성분을 제거하기 위해 유해가스는 흡입구를 통해 중화반응기로 유입되면서 혼합기는 물과 식물정유를 일정한 비율로 혼합하여 준다. 반응기 내의 분사노즐은 반응기내부에 향류식 접촉방향으로 진행하였으며 상부에서는 하향류로 식물정유 희석액을 압축공기에 의해 분사시키고 아크릴 박스의 하부에서는 상향류로 악취가스를 유입토록 하여 접촉 후 화학적 중화반응을 통해 악취가스를 제거하도록 한다. 일반적인 실험장치의 규모는 분사노즐은 편향식 FLAT노즐을 사용하였고 분사각도 130~140°이며 노즐의 오리피스 직경은 0.41 mm, 0.84 mm 그리고 1.4 mm의 세종류를 사용하였다. 스프레이 노즐 오리피스 크기에 의한 스프레이 분무유량은 0.11, 0.45 그리고 1.4 l/min, 폭이 200 mm, 최대공기압이 5 kg/cm²의 것을 채용하였다. 이로 인해 식물정유와 악취가스가 원활하게 반응해서 반응효율이 증가되도록 조절하였다.

아크릴로 제조된 밀폐된 공간크기 (400 mm x 400 mm x 600 mm)에서 메틸메르캡탄가스를 인위적으로 주입하여 균일한 악취가스 농도가 일정농도를 유지하도록 조제 가스를 사용하였다. 식물정유 추출물은 앞서 추출한 식물정유를 사용하였으며 이는 연한 황색의 액체상으로 수용액이다. 식물정유를 희석하는 방법은 추출 식물정유를 5배 이상 희석하여 사용하였다. 희석된 추출시료 20 ml를 악취가스 제거장치 내에 주입 분사하여 주입시간에 따라 가스분석 검지관을 사용하여 측정하였다. 사용된 가스채취기는 Gastec사의 제품 (3 l)을 사용하였다. 실험 측정시 밀폐공간 내 실험 온도조건은 열풍기를 이용하여 온도를 조절하여 실험을 실시하였다.

결과 및 고찰

식물정유 추출물의 GC-MS 분석결과 규명

수목에서 유효성분을 추출하는 것은 수목재료들에 따라 여러 가지 방법이 있지만 본 연구에서 사용한 유기용매 추출법은 소나무 재료를 그늘에 말린 후 알코올의 유기용매를 이용하여 추출한 것이다. 화학적 정성 분석은 추출액 중에는 용매에 잘 녹지 않는 물질에서부터 쉽게 결정화되어 침전된다. 다른 대다수의 화합물들을 분리 정제하는 일은 그리 쉽지가 않기 때문에 식물추출증류장치를 통하여 1차액을 우선 추출한 후에 2차와 3차 등의 다단추출을 실시하였고 또한 추출액을 각각의 전단계 추출물을 용매추출장치를 통하여 잔여성분 함량을 분석하기 위해서 추출을 시도하였다. 우선 용매의 종류별로 분리방법을 채택하여 이들의 성분을 분석하여 추출방법을 결정하였다.

Table 1. Chemical composition of an essential oil extracted from plants

Terpenes	Compounds	Essential oil composition (%)
	tetradecane	7.37
	phenol	0.12
	1,3-dimethyl-4-azaphenanthrene	0.06
monoterpene	α -pinene	29.39
	camphene	6.95
	verbene	1.63
	ν -terpinene	0.12
	β -pinene	3.05
	α -terpinolene	17.01
	limonene	3.23
	β -myrcene	3.58
	phellandrene	2.19
	carene	3.32
	d-fenchyl alcohol	4.01
miscellaneous	benzene	3.88
	cyclohexane	12.28
	bornyl acetate	1.31
	1,5,8-p-menthatriene	0.42
	naphthalene	0.08

수목에 존재하는 휘발성 성분인 식물정유는 식물의 2차 대사물질로써 다양한 생리활성을 가지고 있다. 본 실험에서 사용된 대표적인 침엽수인 소나무에서 추출한 식물정유 성분은 알콜 등의 유기용제나 물에 의해서 추출되는 저분자 물질이다. Table 1은 식물추출물의 GC-MS분석결과를 나타낸 데이터이며 Fig. 2에 나타나듯이 추출성분의 종류를 밝혀내기 위해 실험을 실시하였다. GC-MS 분석결과 얻어진 식물정유 성분은 monoterpene이 대부분이고 sesquiterpene류 및 diterpene류의 성분은 아주 소량인 것으로 나타났다. 특히 monoterpene의 경우에 알코올, 알데히드, 케톤, 에테르, 에스테르, 산 등으로 나눌 수가 있다. 이렇게 하여 식물정유를 실험분석한 결과는 α -pinene, camphene, α -terpinene 그리고 β -myrcene 등이 확인되었다. 그리고 3% 이하의 소량이 추출된 성분은 ν -terpinene, carene 등인 것으로 실험결과 나타났다.

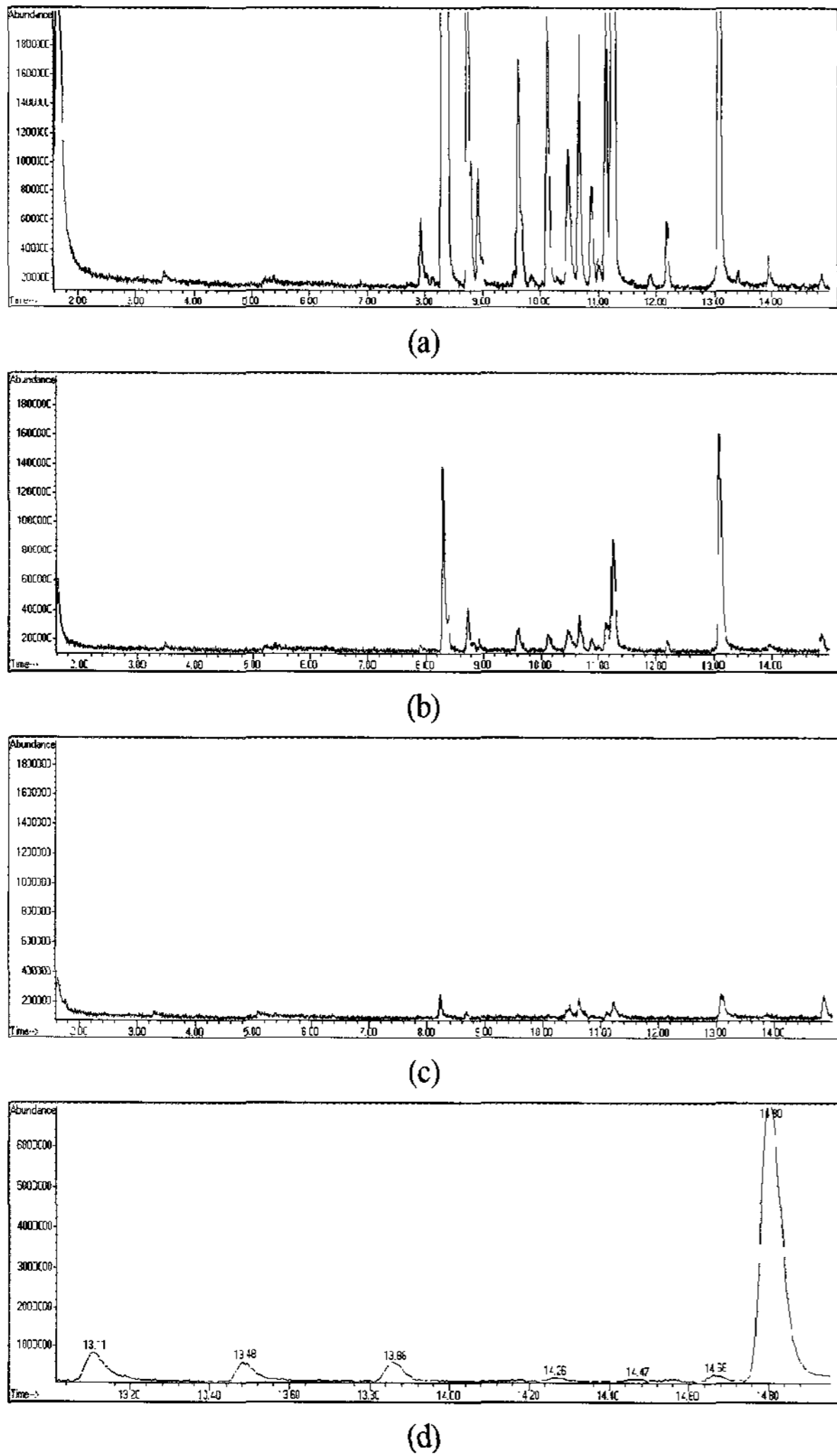


Figure 2. A Chromatogram of extracted essential oil by GC-MS ((a) first extract by alcohol (b) second alcohol-extract of residue remained from 1st extract (c) third alcohol-extract of residue remained from 2nd extract (d) first extract by water).

GC-MS로 그 조성을 확인해 본 결과, 식물정유는 식물의 대사반응에 의해 생성되는 주요 정유성분들은 monoterpenes 인 것을 확인할 수 있었다. monoterpene류는 70% 전후로 나타났고 구성화합성분으로는 α -pinene이 전체화합물중 약 29%로 가장 많이 함유되었으며 terpinolene, camphene 등이 이들의 성분의 뒤를 이었다. 문헌에 따르면 식물의 정유함량은 식물개체의 유전적인 요인 및 환경에 따라 달라질 수가 있기 때문에 이들 성분을 개체마다 변할 수 있다(5).

α -pinene의 경우에 모든 추출액에서 전체에 비해 모두 높은 함유량을 보였다. 추출액의 단수가 높을수록 함유량은 1차 추출액에서는 29.2%, 2차 추출액에서는 29.3% 그리고 3차 추출액에서는 29.6%의 추출액을 농축하였다. 이는 Fig. 4에서 보듯이 1차 추출과정에서 대부분의 추출성분이 추출되며 추출잔여물을 다시 2차, 3차 추출하여 성분을 분석해본 결과, 추출액 중 식물정유 함유성분 함량이 3% 이하로 줄어들었다. 또한 추출하는 과정에서 가열로 인한 추출성분의 일부가 휘발될 수 있기 때문에 농축 함유량이 크게 증가하지는 않는 것으로 나타났다. camphene의 경우

에서도 추출단수가 증가할수록 α -pinene의 경우처럼 단수 증가에 따른 추출성분의 차이는 크게 나타나지는 않았지만 1차 추출액에서 5.75%, 2차 5.95% 그리고 3차에서는 6.95%의 추출액이 추출되는 것으로 나타났다. 주요 추출성분의 추출결과는 Table 1에 나타난 결과와 같다. 또한 용매를 물을 이용하여 추출실험을 수행한 결과는 Fig. 2(d)에 나타냈다. 그림에서 나타난 결과에서 보듯이 알코올을 용매로 사용한 경우에 비하여 추출성분의 성분의 수가 크게 줄어들 뿐만 아니라 추출하고자 하는 monoterpene의 식물정유성분의 함량이 거의 없거나 줄어드는 것으로 나타났다. 그러므로 식물정유 성분을 얻기 위해서는 알코올과 같은 용매추출이 바람직한 것으로 화학분석결과 얻어졌다.

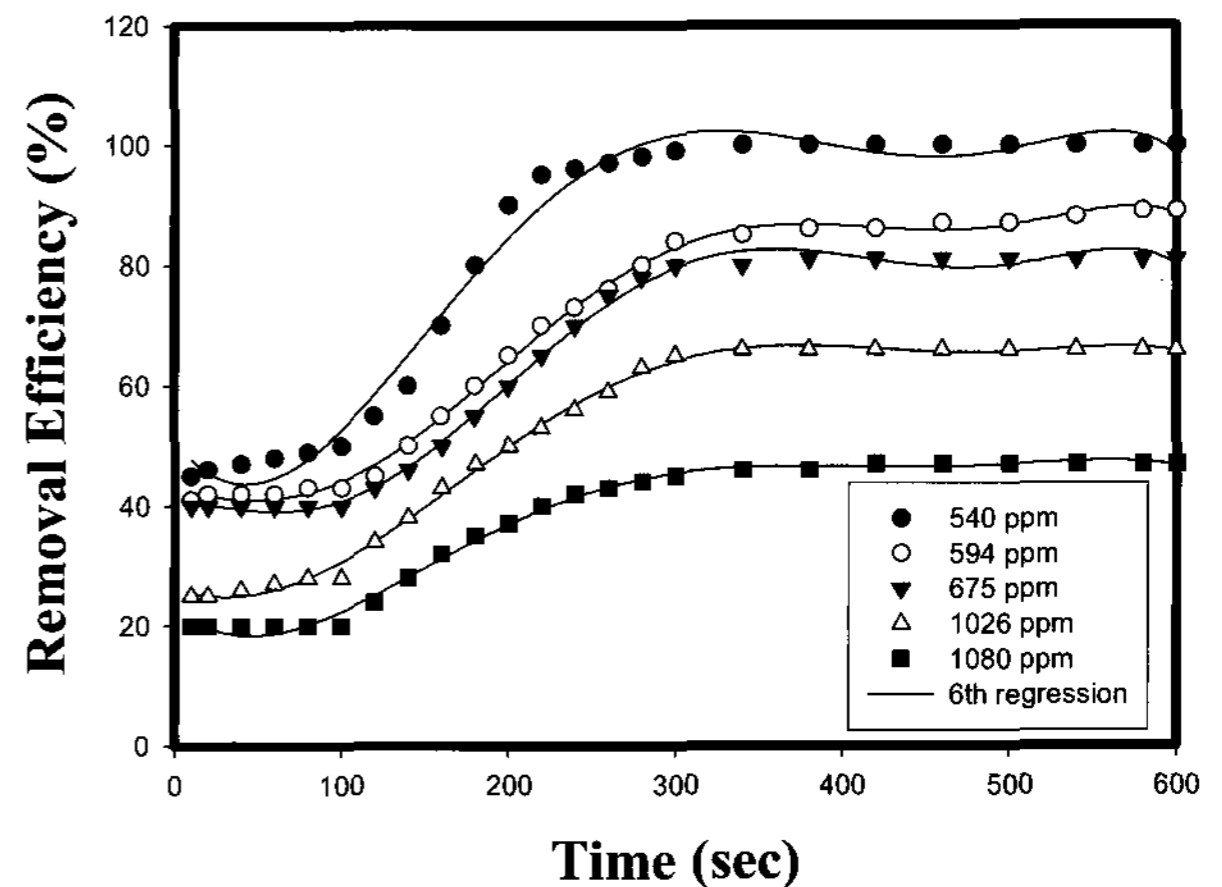


Figure 3. Removal efficiencies of methyl mercaptan gas depending on initial concentration of methyl mercaptan gas.

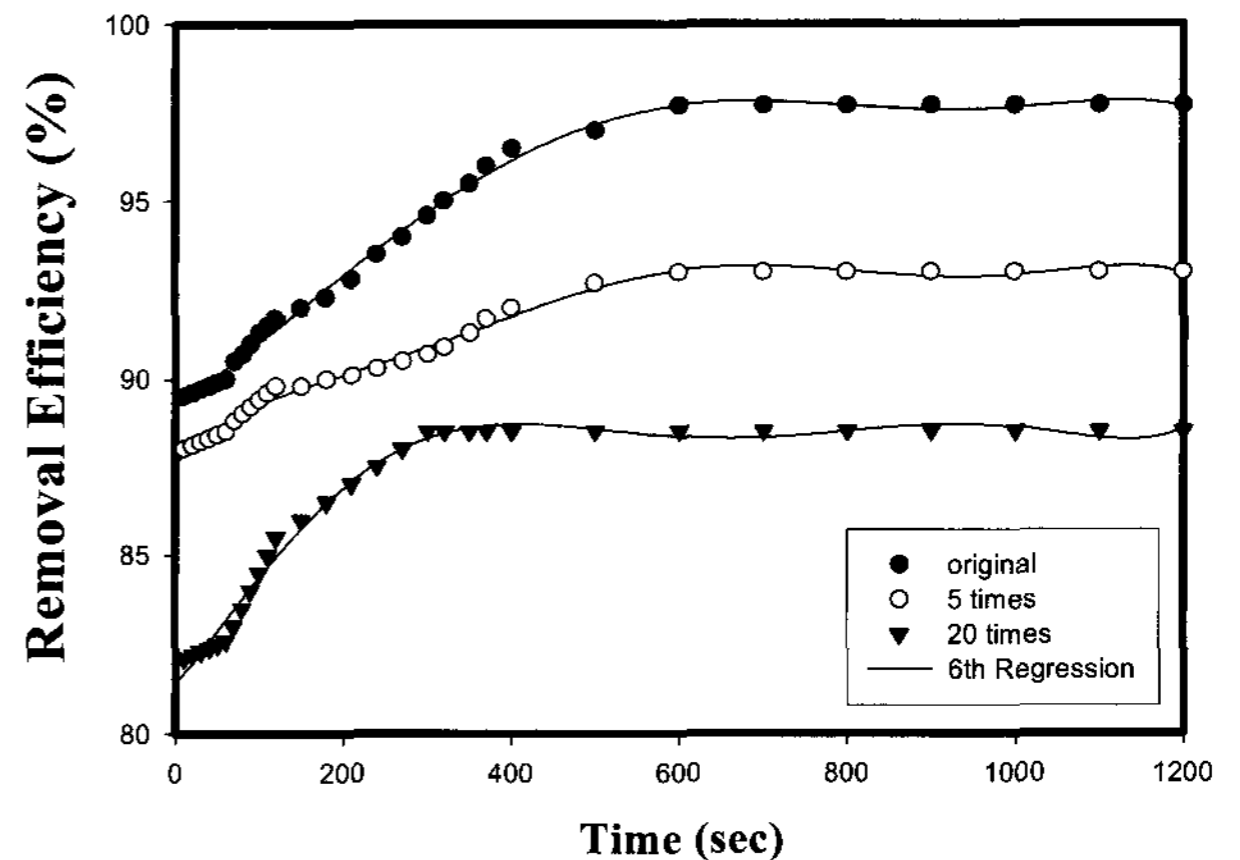


Figure 4. Removal efficiencies of methyl mercaptan gas depending on dilution ratio of essential oil.

GC-MS 분석결과 악취가스 처리 반응

메틸 멀캅탄 악취가스 제거에 사용되는 식물정유는 반응기구군에 따라 중화반응에 의해 제거된다. 공기 중에 식물정유의 에어로졸 분사는 기화 억제 기능을 추가하여 공기와 혼합되어 들어온 메틸 멀캅탄 악취가스와의 시간, 공간적 교류를 유도하고, 미세화 된 분자는 활성 분자의 운반체로서 입자가 작을수록 체공시간, 공간을 확보하게 된다.

또한 식물정유의 유체흐름에 따른 확산이 증가하여 식물정유와의 반응성 및 기화성으로 인해 공기 중에 함유된 메틸 메르캅탄 악취가스와 결합을 쉽게 유도할 수가 있다. 식물정유를 분사할 경우 대부분 메틸 메르캅탄 악취가스와 상호 접촉하여 물리적으로 메틸 메르캅탄 악취가스를 흡수하여 염기성 화합물로 중화되어 버린다. 즉, 극성 악취분자와 화학적으로 반응하여 가스 상태의 메틸 메르캅탄 악취가스를 이온화시키고 식물정유와 에스테르 화학결합을 통해 중화시킴으로서 메틸 메르캅탄 악취가스를 제거된다.

미세 에어로졸 분무 액층 내에서 물의 이온화 또는 물분자들의 극성화로 인해 물-식물정유 계면에서 에어로졸로부터 유도된 화학작용기군 (functional groups)에 의해 중화반응을 유도하는 것이다. 이들은 차례로 물방울층 (water layer)의 외부에 흡수되어 있는 메틸 메르캅탄 악취가스의 중화에 효과적이다. 이는 monoterpene에 의해 hedonic tone의 유쾌한 냄새로 치환되어 제거되는 것으로 알려지고 있다 (1). Table 1에서 식물정유 중 Monoterpene 분자에 알코올 (-OH)기가 포함되어 있는 phenol, d-fenchyl alcohol, 4-terpineol 분자를 함유하고 pinene, camphene, carene, terpinene 분자들은 Monoterpene분자에 케톤 (C=O)기가 포함되어 있다. 그리고 추출용액에 에스테르 (-COOR)기가 포함되어 있는 bornyl acetate 분자 등의 식물정유 성분들은 메틸 메르캅탄 악취가스와 중화반응시 염을 형성한다. 이와 같은 메틸 메르캅탄 악취가스가 식물정유와 어떤 비율로서 공존할 때 그 혼합물이 무취 또는 거의 무취와 같은 정도로 약해질 수 있다. 이와 같은 배향적 관계가 있는 메틸 메르캅탄 악취가스가 서로 짜맞춤 (Odor Pair)을 하는 것으로 사료된다. 메틸 메르캅탄 악취가스의 중화는 취기강도의 경감과 취기질의 개선 즉, 불쾌성이나 혐오성의 제거를 특징으로 하며, 특히 비교적 저농도의 취기대책에 유리하며 경험적으로 서로 조합시켜 분무, 살포 등의 방법으로 유해가스 제거에 적용할 수 있다.

초기농도의 효과

악취가스인 메틸 메르캅탄의 초기농도에 따른 메틸 메르캅탄의 제거효율을 조사해 본 결과, 메틸 메르캅탄의 초기농도가 540 ppm, 594 ppm, 675 ppm 그리고 1026 ppm, 1080 ppm인 경우에 메틸 메르캅탄 악취가스의 농도 변화를 나타낸 실험결과는 Fig. 3이다. 이때 메틸 메르캅탄의 초기농도들의 값들은 초기 식물정유 추출물의 희석비를 2배로 하였을 경우에 실험결과이다. 실험결과는 초기 메틸 메르캅탄의 농도가 540 ppm일 경우에 최종적으로 제거효율이 100%인 반면에 594 ppm 그리고 675 ppm인 경우에 제거효율은 각각 83.3%와 81%이었다. 그러나 초기농도가 1,000 ppm 이상인 경우인 1,026 ppm과 1,080 ppm인 경우에 처리효율은 58%와 40%로 크게 떨어지는 것으로 나타났다. 이상의 실험결과를 놓고 볼 때, 식물정유의 제거효율은 초기농도에 따라 크게 변화하며 초기농도가 작을수록 처리효율은 크게 증가하였다. 초기농도가 높은 경우에는 처리효율을 높이기 위해서 식물정유 중화제의 스프레이 분무속도 및 식물정유 추출물의 순환속도를 증가시키거나 식물정유 추출물의 희석비를 줄이는 방법을 사용하여야 한다.

순환유속의 효과

식물정유 추출물을 스프레이 방식으로 분무하는 경우, 악취가스 중 메틸메르캅탄 악취가스의 중화반응에 의한 처리효율을 관찰하였다. 식물정유 추출물을 희석하여 주변 환경조건의 변화에 대한 실험을 통해 이들이 메틸 메르캅탄 가스 제거효율에 미치는 영향에 대해 실험을 수행하였다. Fig. 4는 메틸 메르캅탄 제거특성을 식물정유 추출물의 희석비에 따라 메틸 메르캅탄의 제거특성을 비교한 실험결과를 나타냈다. Table 1에 나타낸 식물정유의 농도를 5배, 20배 희석하였을 경우에 메틸 메르캅탄의 제거효율이 차이가 현격하게 차이가 나타났다. 식물정유의 농도의 희석율이 5배인 경우는 식물정유의 희석율이 20배인 경우와 비교하여 메틸 메르캅탄 가스 처리효율이 거의 6% 정도 증가하는 것으로 나타났고 희석하지 않은 경우와 비교하여 12%의 처리효율이 증가하는 것으로 나타났다.

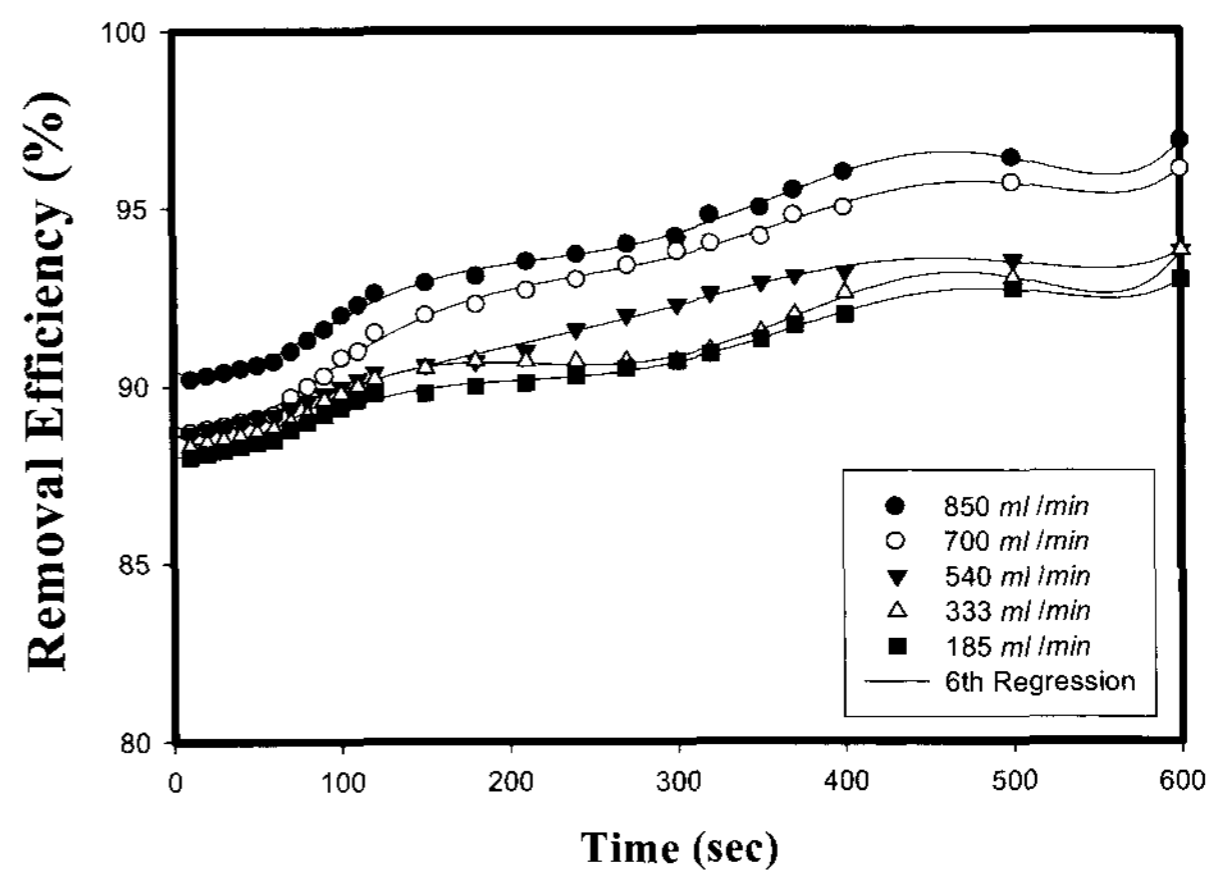


Figure 5. Removal efficiencies of methyl mercaptan gas depending on convective velocity in the fixed bed.

Fig. 5에서 보듯이 고정층내 식물정유의 순환속도인 대류속도 (convective velocity)가 증가하면 액상의 물질전달 계수가 대류유속에 따라 증가하는 것으로 나타났다(8, 9). 이는 식물정유의 분무 고정층 내부에서 메틸 메르캅탄 악취가스와 식물정유의 확산속도가 빨라진다. 이로 인해 액상에서 메틸 메르캅탄가스의 용해도가 증가하고 이는 화학반응에 의해 메틸 메르캅탄 가스의 처리효율이 증가한다. 그러므로 이들의 처리효율은 실험결과, Fig. 5는 순환대류유속이 185 ml/min에서 850 ml/min로 증가하는 경우에 처리효율은 6% 이상 증가하는 것으로 나타났다. 순환대류유속이 150 ml/min 이상 증가하면 메틸 메르캅탄 악취가스 제거효율은 2%씩 증가하는 것으로 나타났다.

요 약

본 논문은 식물정유를 이용해 유해가스를 처리하는 경우에 식물정유의 주요 구성성분을 파악하고 이를 통해 처리효율을 규명하는데 연구하였다. 또한 식물정유와 메틸 메르캅탄 악취가스에 의한 메틸 메르캅탄 악취가스 제거반응

메카니즘을 규명하였으며 그 결과는 아래와 같다.

1) 악취가스 중 메틸 멀캅탄 악취가스는 식물정유 추출물과 중화반응에 의해 처리될 수 있음을 나타내었다. GC-MS분석에 의한 식물정유 추출물의 성분 중 식물정유의 화학구조는 알코올기, 케톤기, 에스터기가 관여하는 것으로 나타났다. 충전탑내 식물추출물의 순환속도의 실험결과에서 중화반응으로 메틸 멀캅탄 악취가스가 제거되는 메카니즘은 앞서 언급한 화학작용기와 메틸 멀캅탄 악취가스의 중화반응에 의해 염을 형성하여 제거되는 과정을 갖는다.

2) 메틸 멀캅탄 악취가스 제거효율은 식물정유 추출물의 희석비와 스프레이 분무속도 그리고 초기 메틸 멀캅탄 악취가스 농도 등에 따라 달라 질수가 있음을 알 수 있었다. 시험결과는 식물정유 추출물의 희석비와 스프레이 분무속도 그리고 초기 메틸 멀캅탄 악취가스 농도가 희박한 경우에 최대 98%의 제거효율을 얻을 수가 있었다.

감 사

본 연구는 환경부 “차세대 핵심환경 기술개발사업 (project No. 12001-0044)”의 지원을 받았으며, 이에 감사드립니다.

REFERENCES

1. Kim, T., H. Park, and S. Kim (2000), Removal of ammonia using natural compounds, *J. Korean Society of Environmental Engineers* **22**(4), 651-659.
2. Jung, C. and K. Lee (2004), Study of oxidation of VOCs in the photooxidation and photocatalyst process, *J. KES* **13**(1), 37-40.
3. Sorial, G., F. L. Smith, P. J. Smith, M. T. Suidan, P. Biswas, and R. C. Brenner (1994), Biofilters treat contaminated air, *Water Environment & Technology*, April, 50-54.
4. Park, Y. (2004), Removal study of toxic gases through the chemical analysis of essential oil using SPME method, *Korean J. Biotechnol. Bioeng.* **19**(3), 231-235.
5. Kim, S., H. Choi, J. Song, J. Kim, H. Lee, and S. Hong (2000), Analysis of alkaloid contents of Korean gaebija tree, *Korean J. Biotechnol. Bioeng.* **15**(5), 434-437.
6. Yang, J., B. Kang, T. Kim, C. Hong, W. Seo, and M. Choi (2002), Efficient extraction methods and analysis of essential oil from softwood leaves, *Korean J. Biotechnol. Bioeng.* **17**, 357-364.
7. Chang, C. H. and N. Shin, (1995), Treatment of toxic gas, Dongwha press, Seoul, 49.
8. Fogler, S. (2000) Elements of chemical reaction engineering, Ajin Press, Seoul, 803.
9. Park, Y. (1996) Parameter study for separation design in a packed column, *Chem. Eng. Sci.* **51**(18) 4295-4306.