

침엽수를 이용한 암모니아 가스 제거효율 연구

박 영 규

(주)푸른들, 대진대학교 이공대학

Study of ammonia-gas removal's characteristics using wood-material

Young Gyu Park

Prundle Envitech., Department of Chemical Engineering, Daejin University

Abstract

This paper was investigated to clarify the possibility of ammonia-gas removal by essential oil. First of all, the chemical analysis was performed to analyze the composition of an essential oil by GC-MS. The monoterpenes in an essential oil react with ammonia by neutralization and their reaction mechanism was elucidated. Based on their chemical neutralized reaction, the removal efficiencies of ammonia gas were studied to derive the optimal conditions in the scrubber tower such as optimal temperature and pH. The experimental result shows that the removal efficiency of ammonia gas was achieved over 80 % by the misty aerosol dispersion of scrubber tower. Key words : ammonia gas, removal efficiency, essential oil, monoterpene

I. 서 론

목재의 원료인 직경 10cm이상의 나무를 생산하는데 1060년의 시간이 필요하지만 버려지는 목재의 발생량은 매년 증가하고 있고 이중 재활용하는 목재는 유한한 것으로 알려졌다. 그러나 이러한 폐 목재들을 국내에서 소각이나 매립으로 버려지고 있고 궁극적으로 자원의 고갈이라는 결과를 낳았다. 긴 세월을 거쳐 생산된 자원을 최소한 생산 기간만큼 재사용한다는 생각으로 폐기물의 재활용 측면에서 연구가 지속되어야 한다. 예를 들면, 일부 식물에서 추출한 식물정유를 이용하여 재활용을 시도한 예는 목초액 등을 제조하여 사용한 적은 있으나 본 논문처럼 일반적인 폐 나무 등을 활

용해서 합성한 천연 중화제를 원료로 하여 탈취목적으로 활용한 사례는 드물다.

일반적으로 악취가스처리기술은 활성탄에 의한 흡착, 약액세정, 연소 등에 의한 물리화학적 처리 기술과 미생물을 이용한 생물학적 처리기술로 나누어 볼 수 있다. 물리화학적 탈취기술은 악취의 부하변동에 대응하기 쉽다는 장점을 가진 반면에 설치비가 비교적 비싼 편이며 활성탄, 약액, 연료 등 소모성 재료를 필요로 하고 2차 오염물의 처리를 필요로 하는 등 기술적, 경제적 측면에서 단점을 갖고 있다. 반면 생물학적 처리기술은 탈취의 경우 상당히 넓은 설치면적을 요구하고 압력손실로 인한 동력비가 증가하고 처리 풍량의 제한 등의 문제점을 안고 있다. 이와 같은 탈취에 관한 기술개

받은 환경시설을 대상으로 이루어지고 있다. 현재까지 악취성분을 제거하기 위해서 산화제로서 오존이나 자외선을 시스템에 적용하거나 퇴비화 시설 등에 이러한 시설을 사용한 사례가 알려지고 있다¹⁾.

그러나 본 연구는 위에 언급한 문제점을 해결하면서 폐 목재 등을 재이용하여 작업환경에 악영향을 미치지 않으면서 악취가스 등을 정화할 수 있기 때문에 일석이조의 잇점을 갖고 있다. 본 기술제품의 처방근거는 아직 과학적으로 효능의 작용기전이 확립되지는 않았으나 유해가스 및 악취가스 등에 중화작용 효과가 있는 것으로 나타났다. 예를 들면, 기존의 악취 및 유해가스 처리기술의 문제점들에 대한 해결방안의 하나로서 염색, 제지, 피혁 등의 악취발생여건이 많은 사업장에서 널리 활용될 수 있다. 더욱이 인체에 무해할 뿐 만 아니라 식물의 자연향 등으로 인해 작업환경을 크게 개선하고 작업자들에게 친근감을 줄 수 있기 때문에 호감을 줄 수 있다. 위의 활용계안은 실험적으로 일부증명이 되었으며 향후 폐기물처리상의 어려움을 제거하고 기대이상의 효과를 얻게 될 것이다.

본 논문의 주요내용은 소나무와 침엽수림 나무의 정유성분인 terpene의 화학성분을 규명하고 이들의 조성에 관한 연구를 토대로 악취물질 중의 하나인 암모니아 가스(NH₃)의 분해를 시도하는 것이다. 지금까지 환경 관련 논문에서 식물추출물을 이용하여 대기가스를 중화하고 그들의 화학적 성분을 규명하기 위한 기초기술 설정에 주안점을 둔 적은 거의 없는 것으로 알려지고 있다.

그러므로 본 연구는 대표적인 환경 오염원인 암모니아를 선정하여 이들을 분해처리하기 위해서 이들의 처리결과에 따른 식물추출물의 물질분석에 일차적인 목표로 두고 있다. 새롭게 개발된 식물추출물의 기기분석을 통해 제품의 화학성분을 밝히고 중화반응 메카니즘 규명을 위한 기초연구를 유도하는 데 이차적인 목표를 갖는다.

II. 연구실험재료 및 방법

1. 유해가스제조

암모니아 가스는 대기 중 악취의 한계농도는

46.8 ppm인 것으로 알려 지고 있고²⁾ 본 실험에서 사용한 악취의 농도는 290 ppm을 조제하여 가스 제거 효율을 측정하기 위해 이용하였다. 암모니아 가스의 조제는 25% 암모니아 용액을 50배 희석한 후 3M의 gastec사(Japan)의 암모니아 가스 측정용 검지관을 이용하여 기상의 암모니아 농도를 측정하였다. 암모니아용액은 미세한 분무 노즐을 이용하여 분무 후 암모니아 농도의 제거효율 실험을 실시하였다.

2. 식물정유 추출

국내에서 배출되는 목재폐기물의 종류별 배출량을 제시한 데이터는 없지만 국내에 산재해 있는 활엽수림과 침엽수림의 산지 분포를 토대로 각 나무마다 국내에서 차지하는 면적을 Table 1에 나타냈다. 그 결과 활엽수림에서는 상수리나무, 신갈나무와 굴참나무를 수집하였고 침엽수림에서는 소나무, 리기나소나무 그리고 잣나무를 선정하였고 수집된 폐나무를 활용하여 식물추출물을 추출 하였다. 본 연구에서 사용된 폐침엽수 및 폐활엽수 재료는 국내에서 자생하는 나무로서 지면에서 1.5m 높이에서 가지를 절단된 나무를 사용하였다. 수집된 나무에서 추출된 식물정유에서 존재하는 monoterpene물질은 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, 침엽수 및 활엽수의 수직적, 수평적 위치 등에 따라 성분 등이 달라 질 수가 있다.

본 연구에서는 경기도 등지에서 벌목된 수령 10년생의 침엽수 및 활엽수림을 대상으로 수집하였으며 재료는 가을 (10월에서 11월)에 채취하였다. 정유추출을 위해서 절단된 수목의 크기는 한일믹서기로 분쇄하여 5 cm²이하로 절단하였으며 1분간 분쇄한 후 식물추출액을 얻기 위해 샘플을 준비하였다.

추출방법은 알코올을 이용한 고-액추출법을 통해 증탕 후 식물추출액을 제조하였으며 일정한 온도에서 가열하여 증류하는 방법으로 식물추출액을

추출하기 위해 사용하였다. 사용방법으로 정유추출의 효율을 증진시키기 위해 1리터의 알코올에 100g의 분쇄샘플을 넣고 2시간동안 증탕한 후 수증기추출을 시도하였다. 추출을 위한 증류기는 5 kW의 용량의 전기 용탕기를 사용하였으며 pyrex 재질의 추출장비를 제작하여 사용하였다. 최종적으로 암모니아 가스제거를 위해 사용된 식물추출물은 상수리나무, 신갈나무, 굴참나무, 소나무, 소나무 잎, 송진롤 모두 배합하여 추출하였다.

3. 분석방법 및 조건

수증기 증류물의 정유 성분은 GC-MS분석법을 이용하여 분석을 수행하였으며 실험조건은 다음과 같다. 실험에 사용된 GC-MS는 Hewlett Packard사의 HP6890 GC/HP5973 MSD를 사용하였고 GC column은 HP-1 (60mmx0.25mmx0.25mm), carrier gas는 He 가스를 사용하였고 주입온도는 250℃, 항온조의 온도는 50℃에서 240℃로 증가시켜 성분들을 분석하였다. GC-MS의 질량분석기는 HP 5973 MSD로서 mass range가 28550 그리고 acquisition mode는 scan mode조건으로 성분들을 정량하였다.

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 재 포집하는 포집 관을 마이크로 시린지 주사관에 부착하여 주입을 시도하였다. 이러한 포집방법을 SPME (Solid Phase Microextraction)법이라고 하고 주사관 내부에 소수성 흡착력이 높은 65 μm의 고분자섬유 PDMS-DVB(polydimethylsiloxane-Divinylbenzene)를 장착하여 주사관을 GC 샘플주입구에서 25℃에서 30분간 추출하였다. 본 재료는 Supelco(Bellefonte, PA, USA)사에서 구입하였다. PDMS-DVB가 함유된 GC 시린지를 이용하여 샘플하는 경우는 40℃에서 40분간 물속에 침지한 후 사용하였다.

4. 실험장치

본 연구에서 사용한 스크리버 탈취방법은 압축공기를 이용하여 중화제를 분사시키는 분사노즐을

이용하여 탈취하는 방법이다. 희석된 혼합기에 희석배수를 정한 후에 중화제의 원액과 물을 원하는 50 배 희석비율에 따라 희석시키고 분사노즐의 분사량을 조절한 후에 분사하는 방법이다. 탈취하기 위한 화학적 중화반응이 충분히 일어난 후에 Gastec 검지판을 이용하여 배출구로부터 배출되는 조제가스의 암모니아의 농도를 측정하였다. 암모니아 가스는 연구에 알맞는 농도인 290 ppm을 조제하여 암모니아수 용액으로 제조하여 분사노즐을 이용하여 분사시키는 방법을 채택하였다.

암모니아 가스성분을 제거하기 위해 Fig. 1의 주반응기 개략도를 도식하였다. Fig. 1에서 흡입시켜 주는 팬, 중화제를 희석하여 주반응기로 주입시키기 위한 혼합기, 주입공기로 희석되어 주입되는 중화제를 분산시켜주는 분사노즐과 천연중화제에 의한 스크리버로 나누어진다. 팬조작부는 풍량을 조절하고 악취대기가스물질 등의 용액을 팬입구로부터 반응이 적절히 일어나 측정검지방편으로 배출구의 위해가스 농도를 측정하는 구조로 장치하였다.

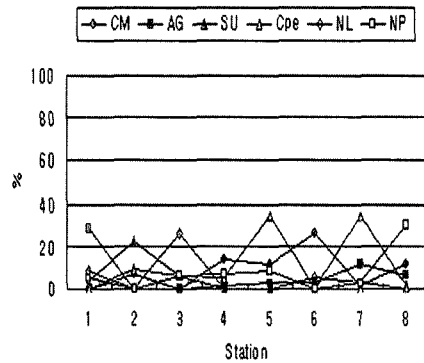


Fig. 1. Schematic diagram of a scrubber tower

- 1 : inlet of ammonia gas
- 2 : inlet of en essential oil
- 3 : scrubber tower
- 4 : wasted neutralized solution
- 5 : tank of an essentail oil
- 6 : inlet pump

동력펌프에 의해 흡입되는 암모니아 농도는 흡입구를 통해 중화반응기로 유입하면서 반응기내의 분사노즐을 반응기내부에 병류식 방향으로 접촉하

였다. scrubber탑의 상부에서는 하향류로 식물증탕 처리 증류수의 희석액을 분사속도를 조절시킬 수 있는 정밀펌프(Wilo, Korea)를 이용하여 분사시켰고 scrubber탑의 상층부에서는 역시 하향류로 암모니아 가스를 유입토록 하여 Scrubber탑 길이 2m 위의 중력방향으로 접촉 시킨 후 화학적 중화 반응을 통해 암모니아 가스를 제거하도록 하였다. 분사노즐은 오리피스 직경 0.63mm, 유량 130ml/min, 길이가 200mm 알루미늄 지지대에 의해 방출되며 길이의 조절이 가능하도록 하여 유입되는 암모니아 분부와 접촉을 용이하도록 하였다. 가능한 식물 증탕 증류 중화제의 분자입자와 유해가스 분자입자가 원활하게 접촉한 후, 반응을 위한 체류 시간을 길게 하도록 하였고 반응효율을 향상시킬 수 있도록 펌프의 유속 및 노즐의 크기의 조절이 가능하도록 하였다.

밀폐된 scrubber의 공간크기(400×400×600)에서 암모니아를 인위적으로 주입하여 균일한 암모니아 농도가 상층부에서 유입되도록 조절하였다. 증탕 증류수는 앞서 추출한 식물정유 성분을 사용하였으며 이는 연한 황색의 액체상으로 수용액이다. 중화제를 희석하는 방법은 추출 식물정유를 50배이상 희석하여 사용하였다. 암모니아 가스의 측정은 암모니아 제거장치 내에 주입 분사하여 주입시간이 1분, 3분, 5분, 10분이 경과한 후에 암모니아 가스분석 검지관을 사용하여 측정하였다. 사용된 가스채취기는 Gastec사의 제품(3M)을 사용하였다. 실험 측정 시 밀폐 공간 내 실험 온도조건은 실내온도이고 40%의 상대습도에서 실험을 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 침엽수의 분포 및 계절적 영향

소나무는 전국적으로 분포하며 남쪽 제주도에서는 해발 50m 1,500m의 온대에 분포하고 북쪽 백두산지역에서는 300m이하에 분포한다. 잣나무는 소나무 분포지역보다 좁고, 비교적 저지대에 분포하지 않는 점이 소나무와 다르다. 구상나무는 한국 고유종으로 전국의 각 지역에 고루 분포하며 침엽

수림인 참나무는 온대지역에 자라는 가장 중요한 식물군이지만 갈참나무는 상수리나무와 비슷한 분포지역을 나타내지만 상수리나무 보다 약간 추운 지방에서 자란다. 국내에 가장 많이 분포되어 있는 4대 수종별로 분포 면적을 Table 1에 나타냈다.

기존의 식물분류학자들에 의해 인식된 침엽의 길이, 나비, 두께, 구과의 길이, 직경 그리고 구과 포면의 반전 유무 등 형태적 특성으로 야외상태에서 수종별로 구별이 실제로 쉽지 못함에 따라 최근에는 식물체내에 존재하는 화학성분을 이용한 화학 분류적 방법이 광범위하게 도입하고 있다. 특히 구과식물의 계통분류 문제해결에 크게 이용되고 있는 monoterpene물질은 침엽에서 쉽게 회수할 수 있고 유기물분석기기의 사용으로 정확하게 측정이 가능하다. monoterpene물질을 이용한 연구경향은 계절적 영향, 수관에 있어 수직적, 수평적 위치의 차이, 조직의 연령, 상처받은 조직, 그리고 지리적 요인 등에 따라 monoterpene물질의 조성이 어떻게 변하는가를 알아보는 것 등이다. Fig. 2는 계절별로 소나무에 존재하는 식물정유의 양을 구분하여 나타낸 것이다. 그림 결과에 따르면 가을에 수확한 나무일 수록 식물정유가 다량 함유한 것으로 나타나며 봄과 비교해서 39 %이상 차이가 나는 것으로 나타났다.

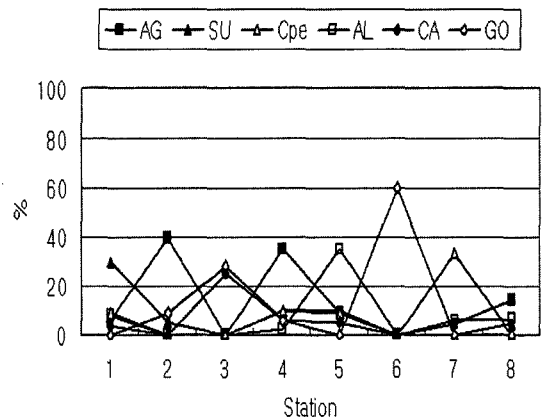


Fig. 2. Seasonal effect of an essential oil's treatment

Table 1. Area of cultivating trees in Korea

활엽수림			침엽수림		
순위	수종	면적 (ha)	순위	수종	면적 (ha)
1위	상수리 나무	482,464	1위	소나무	756,574
2위	신갈 나무	399,101	2위	리기다	74,477
3위	금참 나무	392,612	3위	낙엽송	24,947
4위	아까시 나무	124,589	4위	잣나무	7,058
전체		2,507,612	전체		875,756

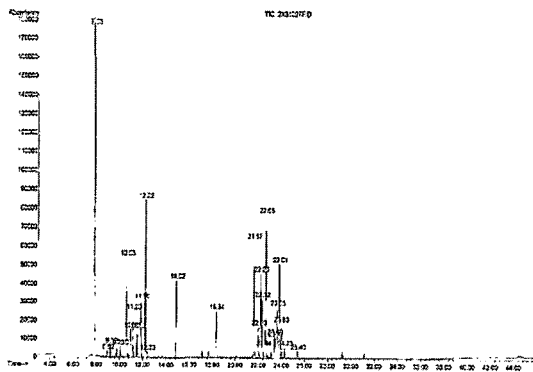


Fig. 3. Chromatogram of an essential oil by GC-MS

2. 목재 폐기물의 함유 구성성분

수목에서 유효성분을 추출하는 것은 원료의 종류에 따라 여러 가지 방법이 있지만 본 연구에서 사용한 유기용매 추출법은 재료를 그늘에 말린 후 알코올의 유기용매를 이용하여 실온에서 치적시켜 추출한 것이다. 화학적 정성 분석은 추출액 중에는 용매에 잘 녹지 않는 물질에서 부터 쉽게 결정화되어 침전된다. 이와 같은 물질은 여과에 의해 분리 할 수 있으나 대다수의 화합물들을 분리 정제하는 일은 그리 쉽지가 않다. 우선 조추출물을 용매의 분배율을 이용하여 45개 물질 군으로 나눈 후 이들을 분획물로부터 성분 분리하는 절차에 따라 시험하였다.

분리물중 하나의 순수한 물질임을 확인한 후, 이 화합물에 대하여 질량분석기에 의해서 분자량을 알아내고, Fig. 3에 나타나듯이 GC-MS의 기기분석 결과에 의해 추출성분의 종류를 밝혀 내는 것

Table 2. Chemical composition of essential oil extracted from plants

Terpenes	Compounds	Essential oil composition (%)
	n heptanol	2.0
monoterpene	α pinene	3.1
	L-linalool	4.5
	α terpineol	3.4
	ethyl octanoate	1.1
	citral	2.0
	geraniol	3.0
	linalyl acetate	4.0
miscellaneous	3,7-dimethyl-2,6-octadienal	1.0
	6-isopropylidene-1-methyl bicyclo(3.1.0)hexane	1.0
	cis-3-hexanol	0.1

이다. 이렇게 하여 실험분석결과 확인된 성분은 α -pinene, α -terpineol, geraniol, linalyl acetate 그리고 L-linalool 등이며 3%이하의 소량이 추출된 성분은 citral, octanoic acid 등인 것으로 나타났으며 그들의 실험결과를 Table 2에 나타냈다.

수목에 존재하는 휘발성 성분인 식물추출물은 식물의 2차 대사물질로써 다양한 생리활성을 가지고 있다. 본 실험에서 사용된 소나무와 잣나무의 침엽수에서 추출한 식물정유성분은 알콜 등의 유기용제나 물에 의해서 추출되는 저분자 물질이다. 식물추출물성분은 monoterpene이 대부분이고 sesquiterpene류 및 diterpene류의 성분은 아주 소량인 것으로 나타났다. 특히 monoterpene의 정유인 경우에 알코올, 알데히드, 케톤, 에테르, 에스테르, 산 등으로 나눌 수가 있다.

GC-MS로 그 조성을 확인해 본 결과 식물추출물은 세포질과 색소체에서 만들어 지는 것으로 알려져 있으며 주요 화학성분들은 monoterpene인 것을 확인할 수 있었다. monoterpene류는 21%전후로 나타났으며 구성화학성분으로는 L-linalool이

전체화합물중 약 4.5%로 가장 많이 함유되어 있다. 그리고 α -pinene, α -terpineol, geraniol 등의 화합물의 함량이 약 3%인 것으로 나타났다. diterpene은 rimune 등은 소량 존재하는 것으로 나타났다. 문헌에 따르면 식물의 정유함량은 식물개체의 유전적인 요인 및 환경에 따라 달라질 수가 있다³⁾.

3. 암모니아가스 처리 메카니즘

식물추출물을 미립자로 분사할 경우 대부분 암모니아가스와 상호 접촉하여 물리적으로 암모니아 가스를 흡수하여 염기성 화합물 및 물로 분해되어 버린다. 또한 비극성 약취분자와 화학적으로 반응하여 미립 에어로졸상태의 암모니아 분산가스를 이온화시키고 식물정유와 에스테르 화학결합을 통해 중화시킴으로서 암모니아 분산가스를 제거한다. 구체적으로 설명하면 미세 에어로졸 물방울층 내에서 물의 이온화 또는 물분자들의 극성화로 인해 물-식물정유 계면에서 에어로졸로부터 유도된 functional groups에 의해 중화반응을 유도하는 것이다. 이들은 차례로 물방울층(water layer)의 외부에 흡수되어 있는 암모니아 중화에 효과적이다. 일단 micelle 에어로졸이 침강, 분산되어 없어지면서 monoterpene에 의해 hedonic tone의 유쾌한 냄새로 치환한 결과는 관능검사 시 나타났다.

화학반응 중화 메카니즘은 식물추출물의 화학구조에서 알코올기, 알데히드기 그리고 에스테르기가 포함되어 있는 경우에 암모니아 가스와 중화반응으로 염을 형성하는 유해가스 제거 메카니즘을 갖는다. Table 2에서 식물정유의 알코올성 성분은 전체 식물정유 성분 중에 13%를 차지하는 경우로서 식물정유의 많은 부분을 차지한다.

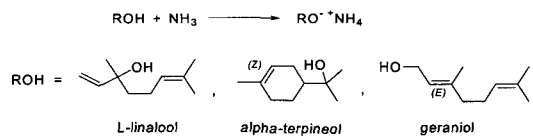
그들의 주요 반응 메카니즘은 monoterpene분자에 알코올(-OH)기가 포함되어 있는 L-linalool, α -terpineol, geraniol 분자는 암모니아와 중화반응을 하여 암모늄염을 형성한다(Table 3의 중화반응1). 상기반응은 중화능력에 의거 이루어진 것이며, Table 3과 같이 연쇄반응의 진행 됨에 따라 암모니아 가스농도를 떨어뜨리게 된다. 반응결과 생성된 일부의 산/염기류는 주위에 있는 염기성과 재반응하여 염과 물로 변한다. 이 중화반응식은

Table 3과 같고 표에서 나타났듯이 다른 또하나의 반응은 아민류에 의한 반응을 예로 들 수가 있다. monoterpene 분자에 알데히드(-CHO)기가 포함되어 있는 citral 분자는 암모니아와 반응을 하여 이민(imine)을 형성한다. 이 반응식은 Table 3의 중화반응 2에 나타났다.

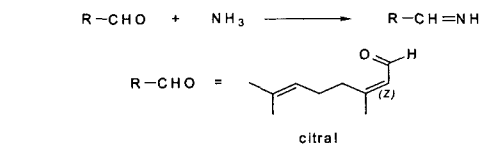
마지막으로 Table 3의 중화반응 3에 나타난 monoterpene분자에 에스테르(-COOR)기가 포함되어 있는 linalyl acetate 분자는 암모니아와 중화반응을 하여 아미드와 알코올을 형성하며 생성된 알코올류는 다시 암모니아에 의해 중화반응을 하여 암모늄염을 형성하게 된다. 이 같은 반응식을 열거하면 Table 3과 같다. 이와 같은 암모니아 분산가스가 식물 추출성분과 어떤 비율로서 공존할 때에 그 혼합물이 무취 또는 거의 무취와 같은 정도로 약해질 수 있다. 이와 같은 배향적 관계가 있는 암모니아 가스가 서로 짝 맞춤을 Odor Pair라고 한

Table 3. Chemical-treatment mechanisms of each monoterpene

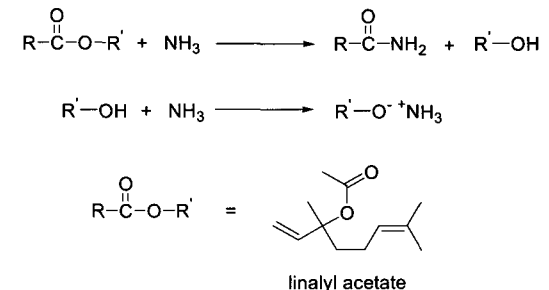
Reaction 1



Reaction 2



Reaction 3



다. 암모니아 가스의 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.

4. 환경개선효과

수집된 침엽수 및 활엽수의 수종 개개의 식물중탕 증류추출물의 암모니아가스 제거에 대한 제거효율을 실험한 결과는 Fig. 4와 같다. 소나무에서 추출된 증류식물추출물이 암모니아 분산가스의 제거효율이 제거 높았고 다음은 상수리나무, 전나무 순으로 나타났다. 대략적으로 50%이상의 제거효율이 얻어졌다. 앞서 언급한 목재폐기물중 주종을 혼합하여 증탕후, 추출된 식물정유를 이용하여 암모니아 가스 및 기타 유해가스를 시험한 결과를 Fig. 5에 나타냈다. 그 결과, 황화합물은 제거효율이 낮게 나타났으며 질소화합물 등은 암모니아를 포함해서 처리효율이 높은 것으로 나타났다.

이상의 결과는 앞서 언급한 식물정유의 monoterpene을 토대로 Table 3와 같은 반응기구 군에

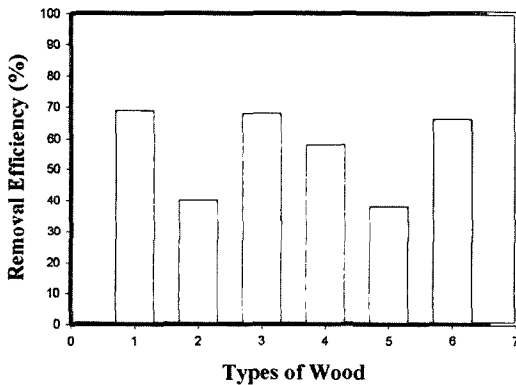


Fig. 4. Removal efficiencies depending upon types of wood

- 1 : pine tree
- 2 : white oak
- 3 : pine leaves
- 4 : oak
- 5 : mongolian oak
- 6 : pine resin

따라 중화반응이 일어난다고 밝혀졌다. 특히 공기 중에 식물정유의 에어로졸 분사는 기화 억제 기능을 추가하여 공기와 혼합되어 들어온 암모니아가스와 체류시간, 공간적 교류를 유도하고, 미세화된 물방울은 활성 분자의 운반체로서 입자가 작을수록 높은 체류시간 및 넓은 공간을 확보하게 된다. 또한 식물정유의 유체흐름에 따른 확산이 증가하여 식물정유와의 반응성 및 기화성으로 인해 공기 중에 함유된 암모니아가스와의 결합을 쉽게 유도할 수가 있다.

천연중화제를 scrubber 탑 형태에 의해 암모니아 가스 중 대표적인 물질인 암모니아의 제거반응

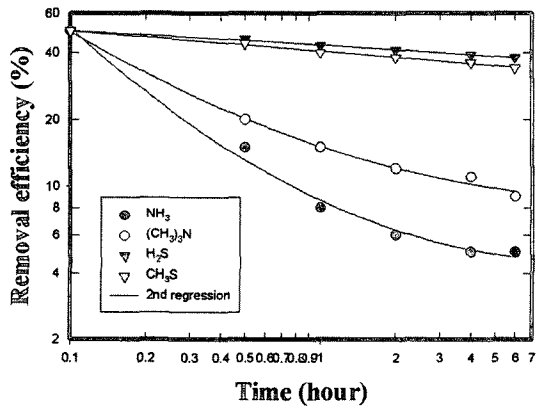


Fig. 5. Removal efficiencies of toxic gases

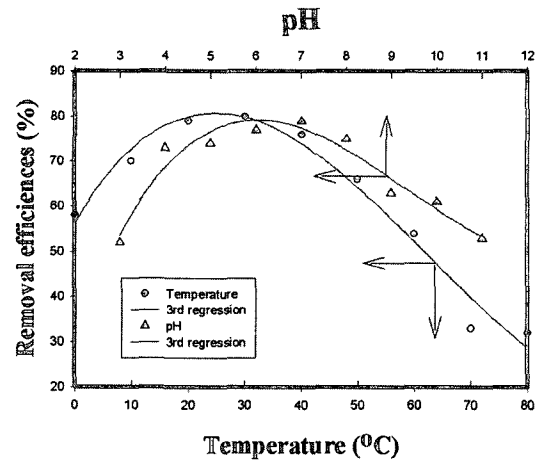


Fig. 6. Removal efficiencies of ammonia gas in optimal condition(20°C, pH=7) of the scrubber tower

효과와 중화반응에 의한 처리효율을 관찰하였다. 중화제를 희석하여 주변 환경조건의 변화에 대한 실험을 통해 처리효과를 선정하여 이들이 암모니아 가스 제거효율에 미치는 영향에 대해 실험을 수행하였다. Fig. 6에서 보듯이 온도의 안정성연구의 경우에, 온도가 2040℃에서 최적의 온도조건을 결정하기 위해 온도가 상승하는 경우에 처리효율은 감소하는 것으로 나타났다. 이는 식물정유 희석액이 암모니아가스와 접촉 시 가스의 농도가 수증의 성분농도와는 일정한 평형관계가 성립하고 수증에서의 가스 용해도는 온도가 높아지면 감소하게 되어 제거율을 저하된다. 특히 온도가 최적온도에서 10℃씩 증가하는 경우에 처리효율은 현저히 감소하는 것으로 나타났다. 흔히 반응속도 상수가 온도 상승이 커지면 아레니우스 식에 의해 반응속도가 감소하기 때문에 용해도 감소와 반응속도 감소로 인해 암모니아 가스 제거율이 감소하는 것이다.

식물정유를 이용한 pH제거효율은 암모니아 가스의 아래 반응 상태에서 수용액의 pH를 달리하여 실험을 수행하였다. 그 결과 pH가 낮은 약산의 경우는 pH가 중성인 경우에서보다 제거효율이 감소하였다. 더욱이 pH가 7이상 높은 경우에는 pH가 중성인 경우보다 제거효율이 현저히 감소하였다.



이 같은 경우는 식물정유를 중화하기 위해서는 pH가 중성인 경우에 식(1)과 같이 수소이온과 암모늄 이온 상태로 평형을 이루면서 상존하게 되지만 알칼리성으로 옮기게 되면 OH⁻의 증가로 NH₃의 용해도가 감소하고 이로 인해 화학적 중화반응이 일부 진행되기 때문에 처리효율이 감소한다. 반대로 약산인 경우에는 NH₃의 용해도가 증가하는 하지만 진소의 친핵도 (nucleophilicity)가 감소하여 식물정유의 중화반응을 못하게 되어 pH가 중성인 경우보다 처리효율이 떨어진다. 그러므로 pH가 중성인 경우 식물정유와 암모니아 가스의 중화작용에 영향을 주어 결국 Fig. 6에서와 같이 암모니아 가스의 제거효율은 최대값을 갖게 된다.

Fig. 6은 최적온도 및 최적 pH조건에서 암모니아 가스의 제거효율이 빠른 시간에 80 %에 도달함을 알 수가 있다. 본 연구에서 온도와 pH의 조절로 식물정유의 투여는 제거효과에 효과적임을 입증하였다.

IV. 결 론

본 논문은 식물정유를 이용해 악취가스를 처리하는 경우에 식물정유의 주요구성성분을 파악하고 이를 통해 처리효율을 규명하는데 연구하였다. 또한 식물정유와 암모니아 가스에 의한 암모니아 제거반응 메커니즘을 규명하였으며 그 결과는 아래와 같다.

- 1) 암모니아 가스는 중화반응에 의해 처리되는 경우에 식물정유의 화학구조에서 알코올기, 알데히드기 그리고 에스터기가 관여한다는 것을 밝혀 냈다. 실험결과 앞서 언급한 화학작용기가 포함되어 있는 경우에 암모니아 가스와 중화반응으로 염을 형성하여 유해가스 제거과정을 갖는다.
- 2) 암모니아가스를 제거하는 중화반응의 경우에 온도와 pH에 따라 처리효율을 크게 달라졌으며 온도는 높은 온도보다는 적정온도에서 제거효율이 거의 80 %이상 제거되었으며 적정 pH는 pH가 중성인 경우에 최고의 처리효율이 얻어졌다.

참 고 문 헌

1. 환경부: 악취물질 발생원 관리방안 개선을 위한 조사연구, 165-166, 2001.
2. Chang, C. H. and N. Shin : Treatment of toxic gas, Dongwha press, Seoul 83, 1995.
3. Yang, J., Kang B., Kim T., Hong C., Seo W. and M. Choi : Efficient extraction methods and analysis of essential oil from softwood leaves, Korean J. Biotechnol. Bioeng. 17, 357-364, 2002.