

2021 경기도보건환경 연구원보

The Report of Gyeonggi Province Institute
of Health and Environment

제34호

경기도의 상징물

브랜드(국문 표기용)

영문슬로건



경기도의 슬로건

GO GREAT, GYEONGGI는 대한민국 대표 지방정부로서 위상을 굳건히 하며, 도민과 함께 더 나은 미래로 번영해 나가는 경기도를 의미합니다.

- 경기도의 영문 머리글자 'G'와 한글 초성 'ㄱ'을 결합하여 경기도의 정체성을 명료하게 전달
- 'G'하단의 'ㄱ'은 문장 디자인과 연계하여 사선으로 처리하고, 초록색과 파란색의 조화를 통해 새로운 내일의 방향성을 제시하는 경기도 표현
- 이탤릭(Italic) 서체를 통해 미래를 향해 역동적으로 나아가는 선도 이미지 전달

경기도의 브랜드

전체 모형은 경기도 이름의 초성인 한글 'ㄱ, ㄱ, ㄷ'을 상징적으로 표현함.

ㄱ, ㄱ, ㄷ이 하나의 길로 연결되어 곧게 뻗어나가는 모습은 미래의 새로운 길을 제시하고, 도민과 함께 더 나은 내일의 길을 만드는 경기도를 표현함.

직선과 곡선의 조화로 유연하고 강직한 경기도의 이미지 전달함.

- 왼쪽의 'ㄱ'은 경기도의 '경'을 나타내며, 하단의 우상향 이미지는 '공정한' 가치를 바탕으로 번영하는 미래를 향해 나아가는 경기도를 표현
- 가운데의 'ㄱ'은 경기도의 '기'를 나타내며, 하단의 우상향 이미지는 더 위대한 미래를 위한 '가능성'을 만드는 경기도를 표현
- 오른쪽의 'ㄷ'은 경기도의 '도'를 의미하며, 하단의 수평 이미지는 '다양한' 삶이 공존하는 경기도를 표현

경기도의 컬러

- 경기 초록 (Gyeonggi Green): 자연,공존,친환경,평화를 표현합니다.
- 경기 파랑(Gyeonggi Blue): 신뢰,에너지,미래가치를 표현합니다.



도의 나무 : 은행나무

은행나무의 웅대한 모습은 큰 번영을 뜻하며 양질의 목질과 과실을 맺고 신록과 단풍은 관상수로 손꼽힙니다.



도의 새 : 비둘기

인류의 영원한 평화를 상징하며 도민 평화를 통한 조국 평화통일의 염원을 담고 있습니다.



도의 꽃 : 개나리

대량으로 도내에서 자생하며 번식이 용이하여 큰 번영을 뜻하고 친근, 명랑, 고귀한 빛을 나타냅니다.

새로운 경기 공정한 세상

비전

민선7기 도정 핵심가치인 ‘**공정, 평화, 복지**’를 기반으로 도민들이 원하는 새로운 경기도를 조성함으로써 ‘**촛불혁명**’을 통해 국민들이 이루고자 했던 ‘**공정한 세상**’을 만들어가겠습니다.

디자인 의미

기존의 정형화된 형식을 탈피한 파격적 디자인 기법을 적용하여 ‘**새로운 경기**’를 표현

- 상하좌우 대칭되는 형태의 그래픽 : 도정 핵심가치인 ‘**공정**’ 표현
- 바라보는 시점에 따라 소실점으로 모이는 형태 : ‘**더불어 사는 세상**’ 의미
- 외부로 확장되는 시선 : ‘**평화**’와 ‘**번영**’을 상징
- 텍스트 윤곽이 드러나는 굴곡의 시그니처 외곽라인 : 다양한 개인이 하나가 되는 모습을 형상화

색깔

하늘색, 땅색 : 온 세상 모든 경기도민의 꿈이 현실로 되는
‘**새로운 경기, 공정한 세상**’을 이루겠다는 의미



안녕하십니까? 경기도지사 권한대행 오병권입니다.

2021년 연구성과물을 집성한 「제34호 경기도보건환경연구원보」 발간을 축하드립니다. 연구원보 발간을 위해 애써주신 경기도보건환경연구원 박용배 원장님을 비롯한 직원 여러분께 격려와 감사의 말씀을 전합니다.

최근 신종 감염병의 출현과 식품위해요인 및 환경오염물질 증가 등이 도민의 건강을 위협하고 있습니다. 이러한 위험으로부터 도민들이 안전하고 쾌적한 생활을 할 수 있도록 그 어느 때보다 경기도보건환경연구원의 역할이 중요하다고 생각합니다.

지난해 경기도보건환경연구원은 안전한 먹거리를 위해 식의약품, 농수산물 안전성 검사를 추진하였습니다. 그리고 코로나19 등 감염병에 대한 신속한 대응체계를 마련하여 방역 위기를 넘기는 데 큰 역할을 하였습니다. 또한 대기오염측정망을 통해 다양한 대기 정보를 정확하게 분석하고 신속하게 전달하여 도민들이 건강하고 쾌적한 환경 속에서 생활하는 데 크게 기여하였습니다.

이러한 내용을 담은 이번 경기도보건환경연구원보의 연구성과들이 향후 보건·환경 정책 수립에 유익한 자료로 널리 활용되고 도민들에게는 유용한 정보가 되기를 기대합니다.

1,390만 경기도민의 건강과 생명을 지키고, 도민에게 신뢰받는 경기도보건환경연구원으로 거듭나기를 바라며, 앞으로도 안전한 경기도를 만드는 데 힘써주시길 당부드립니다.

감사합니다.

2022년 5월

경기도지사 권한대행 행정1부지사 오병권



경기도보건환경연구원은 1390만 경기도민의 쾌적한 환경속에서 안전하고 건강한 삶을 책임지는 종합연구기관입니다.

최근 건강과 복지, 생활환경 등 삶의 질에 대한 관심과 수요가 증가하고 있으며, 관련분야 연구와 검사 또한 양적·질적으로 성장하고 있습니다.

특히 코로나 19가 국민의 삶의 변화와 행태를 바꾸어 놓은지가 어언 3년차에 접어들었습니다. 우리 주변 생활 속에서 건강과 질병 그리고 생활환경에 대한 연구의 필요성과 중요성이 날로 증가하고 있습니다.

이러한 시대적 흐름에 부응하여 우리 연구원은 깨끗한 환경, 살고 싶은 새로운 경기도를 만들어 나가는데 심혈을 기울여 나가고 있습니다. 코로나 19 등 신·변종 및 해외유입 감염병 감시와 신속진단 체계 지속유지로 지역사회 발생 및 확산방지 등 유행을 예측하는 감염병 예방체제 구축, 먹거리 환경에 대응하여 식의약품 및 농수산물 안전성 강화로 소비자가 신뢰할 수 있는 안전체계 구축에 적극 힘써 나가고 있습니다.

또한 맑은 공기 안전한 환경조성을 위해 사업장 대기오염조사와 생활환경 유해물질 모니터링을 지속 추진하고 미세먼지 걱정없는 청정대기 조성을 위해 대기오염측정망 운영을 강화하고 있습니다. 깨끗한 물환경 조성을 위해 먹는물 수질 및 상수원 관리, 경기북부 한탄강수계 수질개선 등 정확한 분석자료를 제시하여 적절한 대책이 이루어지도록 총력을 기울이고 있습니다.

제34호 발간을 맞은 2021년도 경기도보건환경연구원보가 보건·환경 정책 수립에 유용하게 활용되어 도정발전 및 도민의 삶에 기여하기를 바라며, 그동안 책임과 열정을 가지고 조사연구에 충실히 임해주신 연구원 직원 여러분의 노고에 감사드립니다.

2022년 5월
경기도보건환경연구원장 박용배

일러두기

『본 연구원보』는 2021년도에 본원 및 북부지원에서 도정시책 과제로 발굴 추진하였던 연구사업을 중심으로 편집하였습니다.

2021년도 조사연구보고서를 과제단위로 수록하였으며,
경기도보건환경연구원 투고규정, 부서별 전화번호를 수록하여
참고가 될 수 있도록 하였습니다.

특히 원고 작성체제는 경기도보건환경연구원 투고규정에 의거 작성함으로서 전국 시·도
보건환경연구원, 학회 등에서 작성하고 있는 연구 논문 체제와 그 틀을 같이 하였습니다.

2021년도 경기도보건환경연구원보 pdf 파일은 경기도보건환경연구원 홈페이지
(https://www.gg.go.kr/gg_health)에서 확인하실 수 있습니다.

감사합니다.

연락처) 경기도보건환경연구원 운영지원과 (031-250-2510)

CONTENTS

차례

1. 식품의약품연구부

1. DNA Barcode 정보를 이용한 수산물 원재료 진위 판별에 관한 연구	11
2. 유통 콜라겐 제품 중 중금속 함량 모니터링	20
3. 시중 유통 음료의 알루미늄 섭취 위해(危害)평가	29
4. 곡류 및 그 가공식품의 무기비소 오염도 실태 조사	38
5. 유통 텀블러 제품 유해물질 안전성평가	52
6. 눈 및 두발용 화장품 안전성 조사	62
7. 더치커피의 보관조건에 따른 미생물 생육 실태 조사	71

2. 감염병연구부

1. 경기도내 발생 홍역의 분자역학적 특성 분석	81
2. 경기도 내 발생한 CRE 균주 특성 연구	90
3. HIV 양성자 중 HBV와 HCV의 동시감염 실태조사	100

3. 농수산물검사부

1. 유통 패류의 중금속 및 패류독소 실태조사	107
2. 냉동 과·채류의 잔류농약 실태 조사	117
3. 경기 북부 지역 유통 엽경채류의 농약 잔류량 분석	131
4. 유통과일류의 부위별 잔류농약 함량 모니터링	144
5. 잡곡 농산물의 잔류농약 안전성 조사	157

4. 대기환경연구부

1. 실내먼지 중 프탈레이트류 평가	168
2. 이온크로마토그래피(IC)를 이용한 대기배출가스 중 F, Br 및 HCl 분석 방법 연구	180
3. SIFT-MS를 이용한 폐기물처리시설의 악취배출 특성 연구	191
4. 포승공단 내 인공하천의 하천수와 퇴적물의 중금속 오염도 및 위해성 평가	203

CONTENTS

차례

5. 미세먼지연구부

1. 경기도 대기오염 경보제 효율적 권역 설정 연구	214
2. 경기도 지역의 미세먼지 중 중금속 분포 특성	227
3. 광화학모델을 이용한 경기도 오존특성 분석 (2020년 사례를 중심으로)	239
4. 키즈카페 공간별 실내공기질 특성 연구	252

6. 물환경연구부

1. 도내 인공호수 수질특성조사 및 개선방안 연구	270
2. 폐수배출시설의 업종별 과불화화합물 배출특성 조사	279
3. 생흡착을 이용한 하수의 색도 저감 연구	289
4. 경기도 남부지역 야영장 먹는물 안전성 조사 및 개선방안	299
5. 총대장균군 정성적 시험방법 결과의 비교	308

7. 북부지원

1. 경기북부에서 재배되는 식용꽃차의 향산화 성분함량 및 생리활성연구	316
2. 경기북부 환경수계 레지오넬라 균 특성연구	326
3. 호흡기바이러스 신속 진단법 개발 연구	334
4. 경기북부 다중이용시설의 기상변화에 따른 실내공기질 특성 연구	343
5. 사업장 폐기물의 중금속 함유량과 특성에 관한 조사연구	352
6. 신천 수계로 유입되는 폐수의 주요 수질오염물질 분포실태 조사	357
7. 지리가중 회귀분석법을 이용한 지하수 중 라돈 농도 예측	365



경기도보건환경연구원보 제34권, 2021년

2021년 조사연구보고

DNA Barcode 정보를 이용한 수산물 원재료 진위 판별에 관한 연구

김대환 · 김범호 · 김경아 · 김지은 · 최영주 · 강효정 · 민지현 · 이명진 · 오조교
보건연구기획팀

Monitoring of Commercial Seafood Products in Gyeonggi Province using DNA Barcode Information

Dae-Hwan Kim, Beom-Ho Kim, Kyung-A Kim, Ji-Eun Kim, Young-Ju Choi, Hyo-Jeong
Kang, Ji-Hyeon Min, Myung-Jin Lee and Jo-Gyo Oh

Public Health Research Planning Team, Gyeonggi Province Institute of Health and Environment

Abstract : In this study we used the DNA barcode species discrimination test method to identify the authenticity of 42 sushi products provided by sushi-restaurants and 20 marine products sold by the wholesale food markets. The marker genes used for authenticity discrimination were mitochondrial 16S ribosomal RNA and cytochrome c oxidase subunit I. As a result of monitoring, 67% of the products in the sushi-restaurants had the same product name and the raw material name, but 33% did not. As a result of comparing the label name attached by the wholesale food markets, the discrepancy rate was 35%, showing the same tendency as the wholesale food market products up to the type and ratio of the raw materials. This is because the product name that is arbitrarily attached at the wholesale food markets is used as it is without checking the food labeling items at the time of purchasing and cooking the food materials at the restaurants. In order to prevent unintentional foodfraud at restaurants, wholesale food markets label management will have to be preceded.

Key words : DNA Barcode, 16sRNA, COI, Seafood, Foodfraud

요약 : 본 연구에서는 DNA barcode 종 판별 시험법을 이용하여 식품접객업소에서 제공하는 초밥 및 생선회 42개 제품과 식자재마트에서 취급하는 수산물 식재료 20개 제품에 대한 진위판별 동정을 실시하였다. 진위 판별에 사용한 마커 유전자는 미토콘드리아의 16S ribosomal RNA 및 cytochrome c oxidase subunit I 를 이용하였다. 모니터링 결과 식품접객업소 제품 67%는 제품명과 원재료명이 일치했지만, 33%에서는 불일치 한 것으로 나타났다. 특히, 대게살튀김과 홍게다리튀김의 경우 전혀 다른 원재료인 나일틸라피아와 아메리카 대왕오징어로 확인되었다. 오징어는 식품의약품안전처 지정 알러지 유발물질로서, 이번 사례를 통해 알러지 제품이 포함된 허위표시는 건강에도 위험을 초래할 수 있음을 확인할 수 있었다. 식자재마트 제품의 경우 유통업체에서 부착한 라벨명과 원재료와의 불일치율은 35%로 원재료 종류와 비율까지 식품접객업소 제품과 비슷한 경향을 보였다. 이는 식자재마트 제품을 식품접객업소에서 구입, 조리시 식품표시기준 사항을 확인하지 않고 유통점에서 임의로 부착한 제품명을 그대로 사용하기 때문으로 판단된다. 이와 같은 식품접객업소에서의 비의도적 식품사기를 막기 위해선 식자재마트의 라벨 관리가 선행되어야 할 것으로 생각된다.

주제어 : 유전자, 종판별, 진위판별, 수산물, 허위표시, 식품사기

유통 콜라겐 제품 중 중금속 함량 모니터링

김지은 · 김범호 · 김경아 · 김대환 · 최영주 · 강효정 · 민지현 · 이명진 · 오조교
보건연구기획팀

Monitoring of heavy metals in collagen products in Korea

Ji-Eun Kim, Beom-Ho Kim, Kyung-A Kim, Dae-Hwan Kim, Young-Ju Choi, Hyo-Jeong Kang, Ji-Hyeon Min, Myung-Jin Lee and Jo-Gyo Oh

Public Health Research Planning Team, Gyeonggi Province Institute of Health and Environment

Abstract : This study was conducted to estimate the contents of heavy metal including lead(Pb), cadmium(Cd), arsenic(As) and mercury(Hg) in 120 collagen products in Korea. Concentration of Hg was analyzed by gold amalgamation method, using mercury analyzer, while concentration of Pb, Cd, As was analyzed by ICP-OES. As a result heavy metals were detected in 6 out of 22 health functional foods, 24 out of 68 other processed products, 5 out of 10 beverages, 3 out of 10 fruit and vegetable processed products, and 1 out of 10 candies. Mean concentration of heavy metal in health functional food were; for Pb 0.108 mg/kg, Cd 0.026 mg/kg, As 0.091 mg/kg, Hg 0.0012 mg/kg. Mean concentration of heavy metal in other processed products were; Pb 0.084 mg/kg, As 0.133 mg/kg, Hg 0.0028 mg/kg. Mean concentration of heavy metal in Processed fruit/vegetable product were; for Pb 0.149 mg/kg, As 0.086 mg/kg, Hg 0.0013 mg/kg. Mean concentration of Pb in Beverages was 0.131 mg/kg and Hg in candies was 0.0031 mg/kg. Both beverages and candy products with standards set for heavy metals were detected or not below the standard. Products without standard other than As did not exceed the maximum standard when comparing the heavy metal standards of domestic food, and As was also judged to be relatively safe compared to the results of other food heavy metal analysis studies.

Key words : Collagen, Heavy metal, Lead(Pb), Other processed products

요약 : 국내 유통 중인 콜라겐 제품 120건을 대상으로 중금속 4종(납, 카드뮴, 비소, 수은) 함량에 대해 조사하였다. 수은은 금아말감화법을 이용한 수은분석기로 분석하였고 납, 카드뮴, 비소는 ICP-OES를 이용하여 분석하였다. 검사 결과 건강기능식품 22건 중 6건, 기타가공품 68건 중 24건, 음료류 10건 중 5건, 과·채가공품 10건 중 3건, 캔디류 10건 중 1건에서 중금속이 검출되었다. 건강기능식품은 납, 카드뮴, 비소, 수은에 대해 각각 평균 0.108 mg/kg, 0.026 mg/kg, 0.091 mg/kg, 0.0012 mg/kg 농도로 검출되었고, 기타가공품은 납, 비소, 수은에 대해 각각 평균 0.084 mg/kg, 0.133 mg/kg, 0.0028 mg/kg 농도로 검출되었다. 과·채가공품은 납, 비소, 수은에 대해 각각 평균 0.149 mg/kg, 0.086 mg/kg, 0.0013 mg/kg 농도로 검출되었고, 음료류는 납이 0.131 mg/kg, 캔디류는 수은이 0.0031 mg/kg 농도로 검출되었다. 중금속 기준규격이 있는 음료류 및 캔디류 제품은 모두 기준 이하로 검출되거나 검출되지 않았다. 비소 외에는 기준규격이 없는 제품도 국내 식품의 중금속 기준을 종합하여 비교하면 최대 기준을 넘지 않았으며, 비소의 경우에도 식품의 중금속 연구 결과와 비교하였을 때 비교적 안전한 수준이라고 판단되었다.

주제어: 콜라겐, 중금속, 납, 기타가공품

시중 유통 음료의 알루미늄 섭취 위해(危害)평가

최영주 · 김범호 · 김경아 · 김대환 · 김지은 · 강효정 · 민지현 · 이명진 · 오조교
보건연구기획팀

Survey and risk assessment on Aluminium in beverage

Young-Ju Choi, Beom-Ho Kim, Kyung-A Kim, Dae-Hwan Kim, Ji-Eun Kim,
Hyo-Jeong Kang, Ji-Hyeon Min, Myung-Jin Lee and Jo-Gyo Oh
Public Health Research Planning Team, Gyeonggi-do Institute of Health and Environment

Abstract : This study investigated the aluminum content contained in capsule coffee, capsule tea, and can drinks, and conducted a food risk assessment for aluminum intake. As a result of examining the coffee beans and the aluminum content in the extracted coffee by brand, the coffee beans had a content of 1.9583 mg/kg and the extracted coffee had a content of 0.0131 mg/kg. The capsule coffee machine confirmed that the aluminum content was reduced by 0.67% as it was made from coffee beans. Blending beans contained a little more aluminum than origin beans. Depending on the variety, Arabica coffee contained more aluminum than Canepora coffee. The aluminum content was high in the order of Alto, Mug, Lungo, Ristretto, and Espresso. As a result of comparing the aluminum content by coffee making method, capsule coffee machines, aluminum mocha pots, ceramic hand drip, and winceyette hand drip were highest in order. The use of aluminum packaging material had a slightly higher aluminum content than the use of aluminum packaging material. Among the capsules, herbal tea contained the most aluminum because it had an aluminum content of 0.0342 mg/L. In the case of can coffee, there was a difference depending on the storage temperature, and aluminum was also contained in soda and alcohol drinks. As a result of food risk assessment on aluminum, it was analyzed that the harmful effects of beverages were at a safe level.

Key Words : Aluminium, Risk assessment

요약 : 본 연구는 캡슐커피, 캡슐티, 캔음료에 함유된 알루미늄 함량 조사와 알루미늄 섭취에 대한 식품위해평가를 실시하였다. 캡슐커피의 원두 및 추출된 커피 내 알루미늄 함량을 조사한 결과, 원두는 1.9583 mg/kg, 추출된 커피는 0.0131 mg/L의 함량을 가지고 있었다. 또한 캡슐커피머신을 통해 알루미늄 함량이 원두에서 커피로 만들어지면서 0.67% 이행된 것을 확인할 수 있었다. 블렌딩 원두가 오리진 원두보다 알루미늄 함량이 좀 더 많았고, 원두의 품종에 따라서도 아라비카 커피가 카네포라 커피에 비해서 알루미늄 함량이 많았다. 캡슐커피의 추출량별 알루미늄 함량에도 차이가 있어 Alto, Mug, Lungo, Ristretto, Espresso 순으로 높았다. 커피를 내리는 방법별 알루미늄 함량을 비교한 결과, 캡슐커피머신, 알루미늄 모카포트, 도자기 핸드드립, 용 핸드드립 순으로 높았다. 캡슐커피 내 알루미늄 포장재를 사용하는 것이 알루미늄 포장재를 사용하지 않는 것에 비해 약간 더 높은 알루미늄 함량을 가지고 있었다. 캡슐티(허브티, 커피 외) 중에서는 허브티가 알루미늄 함량이 0.0342 mg/L를 가지고 있어 많은 양의 알루미늄을 함유하고 있었다. 캔커피의 경우 보관 온도에 따라 차이가 있었고, 탄산음료와 주류 음료에서도 알루미늄이 함유되어 있었다. 알루미늄에 대한 식품위해평가를 한 결과 음료에 의한 유해영향은 안전한 수준인 것으로 분석되었다.

주제어 : 알루미늄, 위해도평가

곡류 및 그 가공식품의 무기비소 오염도 실태 조사

백은진 · 김명길 · 김현주 · 성진희 · 이유진 · 박신혜 · 이은빈 · 김혜진 · 이원주 · 이명진 · 오조교
식품분석팀

Inorganic Arsenic Contamination levels in Grain and Processed Grain Foods

Eun-Jin Baek, Myung-Gil Kim, Hyun-Jue Kim, Jin-Hee Sung, You-Jin Lee, Shin-Hye Kwak,
Eun-Bin Lee, Hye-Jin Kim, Won-Joo Lee, Myung-Jin Lee and Jo-Gyo Oh
Food Analysis Team, Gyeonggi Province Institute of Health and Environment

Abstract : The contamination level of inorganic arsenic, a human carcinogen, was investigated in 87 grains and 66 processed grain foods. Two inorganic arsenic species As(III) and As(V) and four organic arsenic MMA, DMA, AsB and AsC were analyzed using HPLC-ICP/MS with high separation and sensitivity and ICP/MS was used to quantify total arsenic. Inorganic arsenic was detected in all grains and the total arsenic was mostly composed of inorganic arsenic and DMA. The concentration of inorganic arsenic was high in rice and black rice cultivated in paddy soil with irrigated water, while the miscellaneous grain in field was low. Mean concentration of inorganic arsenic in rice germ, brown rice and polished rice was 0.160 mg/kg, 0.135 mg/kg, 0.083 mg/kg, respectively, indicating that the out layer have a lot of arsenic. In processed grain foods, inorganic arsenic concentration differed according to the kind of ingredients and content, and the detection amount was high in processed with brown rice and germ. As the number of washing and soaking time of rice increases, the concentration decreases. Under the same condition, the reduction rate of polished rice was higher than brown rice. All samples did not exceed each standard, but the intake frequency is high and it is considered that continuous monitoring is necessary for food safety.

Key words : Grain, Inorganic arsenic, Organic arsenic, Total arsenic, HPLC-ICP/MS

요약 : 유통 중인 곡류 87건 및 그 가공식품 66건을 대상으로 발암물질인 무기비소의 오염도를 조사하였다. 높은 분리능과 감도를 가진 HPLC-ICP/MS를 이용하여 무기비소 As(III), As(V) 및 유기비소 MMA, DMA, AsB, AsC를 분석했으며, ICP/MS로 총비소를 정량하였다. 모든 곡류에서 무기비소가 검출되었으며, 곡류의 총비소는 무기비소와 DMA로 대부분 구성되었다. 곡류 분석 결과, 담수재배 종인 쌀과 흑미에서 높았고, 밭 재배 잡곡은 오염도가 낮았다. 쌀의 평균 무기비소 농도는 쌀눈 0.160 mg/kg, 현미 0.135 mg/kg, 백미 0.083 mg/kg으로 외피에 비소가 많은 것으로 조사되었다. 곡류 가공식품은 원재료의 종류와 함량에 따라 무기비소 농도가 달랐으며, 현미와 쌀눈 가공 제품에서 검출량이 높았다. 쌀의 세척 및 침지에 따른 경시 변화 실험 결과, 세척 횟수와 침지 시간이 증가할수록 무기비소가 저감되며, 현미보다 백미의 저감률이 높은 것으로 조사되었다. 모든 시료는 기준규격을 초과하지 않았지만, 섭취 빈도가 높으므로 식품 안전을 위해 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 판단된다.

주제어 : 곡류, 무기비소, 유기비소, 총비소, HPLC-ICP/MS

유통 텀블러 제품 유해물질 안전성평가

장미경 · 손미희 · 박성희 · 조윤식 · 구은정 · 채선영 · 전종섭 · 이명진
첨가물분석팀

Safety Evaluation of Hazardous Material in Tumbler Samples

Mi-Kyung Jang, Mi-Hui Son, Sung-Hee Park, Yun-Sik Cho,
Eun-Jung Ku, Sun-Young Chae, Jong-Sup Jeon, and Myung-Jin Lee
Food Additives Analysis Team

Abstract : This study investigated the migrant and residue tests of lead(Pb), cadmium(Cd), nickel(Ni), arsenic(As), and antimony(Sb) in 70 tumbler samples. The migration levels of hazardous metals in all samples were within the migration limits of Korean standards and specifications for utensils, containers, and packages. And only Ni was detected in all tumbler samples in 0.5% citric acid solution of food stimulant. The maximum level of Ni 0.0144 mg/L was 14.4% of the migrant specification(not more than 0.1 mg/L), which was relatively safe. The 0.5% citric acid solution was eluted at 4°C, 70°C, and 100°C for 30 min, and only Ni was detected as a result of the migration level according to the change in temperature conditions, all of which were suitable within the standard. As the migration temperature increased, the level of Ni migration increased significantly($p<0.05$). As a result of the residue level outside the paint-coated tumbler samples, Pb was found to be N.D.~20638.1323 mg/kg. The risk of Ni was also evaluated at a safe level of 0.00 to 0.01% compared to the %TDI as a result. As a result of the tumbler samples migrant and residue test investigation, it was confirmed that hazardous materials were safely managed inside the tumbler. On the other hand, it was confirmed that there was a need to regulate paint coatings outside the container that did not come into direct contact with food.

Key Words : Tumbler, Hazardous material, Migrant test, Residue test, Safety evaluation

요약 : 유통 중인 텀블러 제품 70건을 대상으로 중금속 5종(납, 카드뮴, 니켈, 비소 및 안티몬)에 대한 용출 및 잔류시험을 조사하였다. 70건 모두 식품용 기구 및 용기·포장 공전 용출규격 기준에 적합하였고, 침출용액 0.5% 구연산용액에서는 모든 제품에서 니켈만 검출되었다. 니켈 최대 용출량 0.0144 mg/L은 용출규격(0.1 mg/L 이하) 기준·규격 대비 14.4% 수준으로 비교적 안전한 수준이었다. 0.5% 구연산용액을 사용하여 4°C, 70°C 그리고 100°C, 30분간 용출하여 온도 조건 변화에 따른 용출량 시험 결과 니켈만 검출되었으며, 모두 기준 이내로 적합하였다. 용출 온도가 증가함에 따라 니켈 용출량이 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 페인트 코팅 제품 외부 잔류량 시험 결과 납이 N.D.~20638.1323 mg/kg로 나타났다. 니켈의 안전성평가 결과 %TDI 대비 0.00~0.01%로 안전한 수준으로 평가되었다. 유통 텀블러 제품의 용출 및 잔류 시험 조사 결과, 텀블러 내부에서는 유해물질이 안전하게 관리되고 있는 것으로 확인되었다. 반면, 식품과 직접 접촉하지 않는 용기 외부의 페인트 코팅에 대한 규제가 필요함을 확인하였다.

주제어 : 텀블러, 유해물질, 용출량 조사, 잔류량 조사, 안전성평가

눈 및 두발용 화장품 안전성 조사

조상훈 · 김양희 · 강석호 · 김난영 · 이현호 · 김애란 · 송예지 · 이명진
경기도보건환경연구원 의약품분석팀

The Study on Safety of Eye and Hair Cosmetic

Sang-Hun Cho, Yang-Hee Kim, Suk-Ho Kang, Nan-Yong Kim, Hyun-Ho Lee,
Ae-Ran Kim, Ye-Ji Song, and Myung-Jin Lee

Pharmaceutical analysis Team, Gyeonggi-do Institute of Health and Environment

Abstract : As carbon black, which was a prohibited substance in Korea, was allowed as a cosmetic raw material in 2010, but recently, the safety issues were raised. In this study, Benzo(a)pyrene, Dibenz(a,h)anthracene, 5 types of heavy metals, and 9 types of phthalates was investigated in 25 cases of mascara and 25 cases of hair concealer distributed in Korea. As a result, Benzo(a)pyrene and Dibenz(a,h)anthracene were not detected. However, fundamentally, more consideration is needed on the quantitative method and acceptance criteria for Benzo(a)pyrene and Dibenz(a,h)anthracene in Korea. Heavy metals such as lead, cadmium, antimony, nickel, and arsenic in the 50 samples tested were found to be below the allowed. Nickel detection rate was the highest among the two items. Although 4 phthalates such as DIBP, DBP, DIPP and DPP were detected at concentrations of 1.41 ~ 43.53 $\mu\text{g/g}$, they were suitable to Korean safety criteria for cosmetics. DIBP is not a regulated substance in Korea but showed a high detection rate. The concentration of phthalates detected in mascara and hair concealer is considered to be safe in current standards but continuous monitoring about non-regulated substances are also considered necessary.

Keywords : carbon black, mascara, hair concealer, phthalates, heavy metals

요약 : 배합금지 성분으로 사용이 금지되었던 카본블랙은 2010년 화장품 원료로 허용되었다. 그러나 최근 안전성 문제가 제기되었다. 본 연구에서는 시중에 유통 중인 마스크라 25건과 흑채 25건을 대상으로 벤조(a)피렌, 디벤즈(a,h)안트라센, 중금속 5종과 프탈레이트 9종을 조사했다. 조사결과 벤조(a)피렌과 디벤즈(a,h)안트라센은 검출되지 않았으나 미량성분에 대한 시험법과 기준에 대한 고찰이 더 필요할 것으로 생각된다. 중금속인 납, 카드뮴, 안티몬, 니켈, 비소 검사 결과 모두 허용 한도 이하로 확인됐다. 니켈은 두 가지 품목군에서 검출률이 가장 높았다. 프탈레이트는 DIBP, DBP, DIPP, DPP 등 4종이 검출되었으며 검출된 농도 범위는 1.41 ~ 43.53 $\mu\text{g/g}$ 으로 화장품기준에 적합했다. DIBP는 우리나라에서 규제하는 물질은 아니지만 높은 검출률을 나타냈다. 현재 우리나라 기준으로는 마스크라나 흑채 제품들이 프탈레이트에 대해 안전하다고 판단되지만, 비규제물질에 대한 지속적인 검사가 필요할 것으로 생각된다.

주제어 : 카본블랙, 마스크라, 흑채, 프탈레이트, 중금속

더치커피의 보관조건에 따른 미생물 생육 실태 조사

이효경 · 도영숙 · 박건영 · 이현경 · 최유미 · 임혜원 · 김혜영 · 함현경 · 한유리 · 이명진
경기도보건환경연구원 미생물팀

Investigation of microbial growth according to storage conditions of dutch coffee

Hyo-Kyung Lee, Young-Sook Do, Geon-Yeong Park, Hyun-Kyung Lee, Yu-Mi Choi,
Hye-Won Lim, Hye-Young Kim, Hyun-Kyung Ham, Yu-Ri Han and Myung-Jin Lee
Microorganism Team, Gyeonggi Province Institute of Health and Environment

Abstract : The purpose of this study was to investigate microbial contamination of dutch coffee in Gyeonggi province and observe the microbial growth according to the storage conditions. The levels of total aerobic bacteria were 0.74~6.21 log CFU/mL in 15 cases and fungi were 0.70~4.00 log CFU/mL in 21 cases in 70 samples. As a result of total aerobic bacteria according to the food type, 'coffee made from food service business operator' was detected higher level than 'coffee made from food manufacturer', and there were 3 cases that exceeded the standard for total aerobic bacteria in 'coffee made from food manufacturer'. *Escherichia coli*, Coliform and 12 types of foodborne bacteria were not detected in all samples. The results of investigation microbial growth according to storage temperature (4°C, 25°C) and storage period (1 month after inoculation) in dutch coffee, *Escherichia coli* was decreased during storage period regardless of storage temperature and the higher the concentration of dutch coffee, the stronger the growth of the bacteria was inhibited. *Clostridium perfringens* did not grow in dutch coffee during storage period. *Staphylococcus aureus* was decreased significantly during the storage period regardless of storage temperature and did not detected from 4 days.

Key words : dutch coffee, storage condition, microbial growth, food microorganism

요약 : 경기도에서 유통 중인 더치커피의 미생물 오염도를 조사하고 보관조건에 따른 미생물 생육 실태를 연구하였다. 유통 중인 더치커피 70건을 수거하여 검사한 결과 일반세균수는 15건에서 0.74~6.21 log CFU/mL 범위로 검출되었고 진균수는 21건에서 0.70~4.00 log CFU/mL 범위로 검출되었다. 식품유형에 따른 일반세균수 검출량은 식품접객업소에서 제조된 커피가 식품제조가공업에서 제조된 커피보다 높은 수준으로 검출되었으며 식품제조가공업 커피의 경우 3건이 세균수 기준을 초과하여 부적합이었다. 대장균과 대장균군은 검출되지 않았으며 식중독 원인균 12종은 스크리닝 검사 결과 불검출이었다. 보관온도(4°C, 25°C)와 보관기간(접종 후 1개월)에 따른 더치커피의 미생물 생육 실태 조사 결과, *Escherichia coli*는 온도에 관계없이 시간이 지날수록 감소하는 경향을 나타냈으며 더치커피의 농도가 높을수록 균의 생육을 강하게 억제하였다. *Clostridium perfringens*는 보관하는 동안 더치커피에서 생육하지 못했다. *Staphylococcus aureus*는 온도와 무관하게 기간에 따라 감소하였으며 보관 4일차부터 균이 검출되지 않았다.

주제어 : 더치커피, 보관조건, 미생물생육, 식품미생물

경기도내 발생 홍역의 분자역학적 특성 분석

한백상 · 문수경 · 박신희 · 유경신 · 김은비 · 김영숙 · 오조교
감염병조사팀

Molecular epidemiological study of Measles cases in Gyeonggi-do

Baek-Sang Han, Su-Kyong Moon, Sin-Hee Park, Kyong-Shin Ryu, Eun-Bee Kim,
Young-Sug Kim, and Jo-Gyo Oh
Team of Infectious Disease Investigation

Abstract : Measles is one of the highly contagious infectious diseases in which about 90% of the groups that have no immunity against measles are infected when exposed to the measles virus. Even after the Republic of Korea was certified as a ‘national measles eradication’ by the WHO in March 2014, two import-related outbreaks of measles occurred in 2014 and 2019. In this study, we analyzed epidemiological characteristics and genetic distribution of measles cases in Gyeonggi-do in 2019. As a result, 50 cases of measles are classified as group outbreak-related cases and 48 cases of measles are classified as sporadic cases. As a result of genetic analysis, it is classified into D8, B3 and A genotypes, and except for A type that is known as vaccine type, D8 and B3 types are identified as import-related measles virus. As with these results, for the complete eradication of measles, not only a high-quality surveillance system but also molecular epidemiological analysis data must be supported. The results of this study are expected to be used as important data for establishing a quarantine system through the accumulation of measles virus genotyping data and case reports data in the future when measles occurs in Korea.

Key Words : Measles virus, Genotyping, Phylogenetics, Sequence analysis

요약 : 홍역은 홍역에 대한 면역력이 없는 집단이 홍역바이러스에 노출될 경우 약 90%가 이환되는 감염력이 매우 높은 감염병 중 하나이다. 우리나라는 2014년 3월 WHO로부터 홍역퇴치국가로 인증을 받은 이후에도 해외 유입에 의한 홍역 집단 발생이 2014, 2019년 두 차례 있었다. 본 연구에서는 2019년 경기도내 발생 홍역을 대상으로 역학적 특성 및 홍역바이러스의 유전형 분포양상을 분석하였고, 분석 결과 50건이 집단 발생사례로 분류되었고 48건이 산발적 사례로 분류되었다. 유전형 분석결과 D8, B3, A 유전형으로 분류되었고, 백신주로 알려진 A 유전형을 제외한 D8 및 B3 유전형은 해외로부터 유입되었음을 확인하였다. 이러한 결과와 같이 홍역의 완전한 박멸을 위해서는 양질의 감시체계뿐만 아니라 분자역학 분석 자료도 뒷받침 되어야 한다. 본 연구 결과는 향후 홍역의 국내 집단 발생 시 홍역바이러스의 유전형 분석 및 사례분석 결과의 축적을 통한 홍역 방역체계 구축에 중요한 자료로 활용될 것으로 판단된다.

주제어 : 홍역바이러스, 유전형분석, 계통분류, 염기서열분석

경기도 내 발생한 CRE 균주 특성 연구

윤수정 · 정일형 · 권순목 · 허은선 · 박소정 · 이윤희 · 편희수 · 김영숙 · 오조교
수인성질환팀

Characterization of Carbapenem Resistant Enterobacteriaceae in Gyeonggi-do

Su-Jung Yun · Il-Hyung Jeong · Sun-Mok Kwon · Eun-Seon Hur · So-Jung Park ·
Yoon-Hee Lee · Hui-Su Pyeon · Young-Sug Kim · Jo-Gyo Oh
Team of Waterborne Disease

Abstract : In this study, antibiotic susceptibility test and antibiotic resistance gene test were conducted among 1,243 clinical isolates of CRE from Gyeonggi-do in 2019. CRE infection in Gyeonggi-do was prevalent among the elderly group(over 60 years) mainly in general hospitals and nursing hospitals. CPE group which produce carbapenemase showed higher carbapenem resistance than non-CPE group. It was statistically confirmed that there is a relationship between CPE genes and carbapenem resistance. Antibiotic resistant genes such as TEM, CTX M 1, and SHV were detected from 35 CRE isolated from 16 patients. All genes are assumed to be located on the plasmid. As a result of antibiotics susceptibility test, CPE was found to be mostly resistant to β -lactam antibiotics including penicillin and cephalosporin. All isolates were resistant to over 11 antibiotics.

Key words : CRE, CPE, carbapenem, antibiotics, β -lactam antibiotics

요약 : 2019년 경기도 내 의료기관에서 분리된 CRE 균주 1,243건에 대하여 항생제 내성 유전자 검출현황 및 항생제 감수성 검사를 시행하였다. 경기도 내 CRE 감염증은 종합병원과 요양병원을 중심으로 60대 이상의 고령층에서 유행하고 있었다. *Klebsiella pneumoniae* 69.8%, *Escherichia coli* 16.9% 순으로 분리되었으며, CPE 유전자는 KPC 44.3%, NDM 20.4% 검출되었다. 카바페넴 분해효소를 생성하는 CPE 균주가 non-CPE 균주에 비해 높은 카바페넴 내성도를 나타내었으며, CPE 유전자의 유무와 imipenem, meropenem, doripenem 내성 간의 상관관계가 있음을 통계적으로 확인하였다. 2종류 이상의 CPE 균주가 분리된 16명의 환자를 선별하여 42건의 균주에 대해 실험한 결과, 35건의 균주에서 TEM, CTX M 1, SHV 등의 유전자가 검출되었고, 모든 유전자는 플라스미드에 있음을 확인하였다. CPE 균주는 같은 β -lactam계열인 penicillinge 항생제와 cephalosporinge 항생제에 대부분 내성을 보이는 것을 확인하였으며, 모든 CPE 균주는 11종 이상의 항생제에 다제내성을 나타내었다.

주제어 : CRE, CPE, 카바페넴, 항생제, 베타락탐계 항생제

HIV 양성자 중 HBV와 HCV의 동시감염 실태조사

이혜연 · 이소현 · 김운호 · 서미영 · 김학현 · 박지혜 · 김영숙 · 오조교
신종감염병팀

Survey on HBV and HCV coinfection in the HIV-infected patients

Hye-Yeoun Lee, So-Hyun Lee, Woon-Ho Kim, Mi-Young Seo, Hak-Hyun Kim, Ji-Hye Park,
Young-Sug Kim, and Jo-Gyo Oh
Team of Emerging infectious Disease

Abstract : Human immunodeficiency virus, a blood-borne viral disease, weakens the immune system and causes opportunistic infections or cancers, finally may advance AIDS. Generally ART in HIV infected patients leads to decline of morbidity and mortality, but also increase risk of liver disease in HBV or HCV coinfection patients which used to be known as major cause of death in HIV infection. In this study, HIV positive serums were investigated seroprevalence of HBV and HCV which were requested to inspect HIV from 2020 to 2021. Of all 232 samples, there are 184 cases(79.1%) from hospital, 33 cases(14.2%) from public health center, 6 cases(2.6%) from correctional institution and 2 cases(0.9%) from military manpower administration. HBsAg was detected in 13 cases (5.6%) and anti-HCV in 16 cases(6.9%) and also both in 4 cases(1.7%) from 232 samples. The results of HBsAg and anti-HBc in 107 samples showed anti-HBc positivity in 36 cases(35.6%) and HBsAg positivity in 4 cases(1.7%). Results confirmed that HBV and HCV coinfection was more common in HIV infected persons than in the general population in Korea. These findings from this study were provided as fundamental data for prevention from HIV infection and for selection of ART regimen.

Key Words : HIV, Hepatitis B virus, Hepatitis C virus, Coinfection

요약 : HIV는 혈액매개 감염병으로 면역기능을 저하시켜 여러 기회감염이나 종양을 유발하여 AIDS로 진행될 수 있다. 일반적으로 ART요법은 HIV환자의 사망률과 치명률을 감소시킬 수 있으나 HBV 또는 HCV 중복감염된 HIV환자에서 주요 사망원인인 간질환이 유발될 수 있다. 본 연구에서는 2020년부터 2021년까지 경기도 내 선별검사기관에서 HIV 확인진단검사 의뢰된 검체 중 HIV 양성 검체에 서의 HBV와 HCV 중복감염 현황을 조사하였다. 총 232건의 의뢰기관별 현황은 병원 184건(79.1%), 협회 33건(14.2%), 보건소 7건(3.0%), 교정시설 6건(2.6%), 병무청 2건(0.9%) 순이었다. 분석결과 232건 중 HBV 표면항원 양성은 13건(5.6%), HCV 항체 양성은 16건(6.9%)이 검출되었으며 HIV-HBV-HCV 양성은 4건(1.7%) 검출되었다. 101건의 검체에서 HBV 표면항원 및 핵심항체를 분석한 결과 HBV 항체 양성은 36건(35.6%)이며 이 중 7건(6.9%)에서 항원 양성이 검출되었다. 본 연구를 통해 경기도 내 HIV 양성자에서의 HBV 및 HCV 중복 감염률이 각각 전국 유병률보다 높은 것을 확인하였다. 이는 HIV 감염 예방 및 치료 방향 설정에 기초자료로 유용하게 사용될 것으로 판단된다.

주제어 : 사람면역결핍바이러스, B형간염바이러스, C형간염바이러스, 중복감염

유통 패류의 중금속 및 패류독소 실태조사

김정은 · 황선일 · 이성봉 · 신상운 · 권혜정 · 이지연 · 이병훈 · 모아라 · 최옥경
농수산물안전성검사팀

Monitoring of Heavy metal Contamination and Shellfish Poisoning Toxins of Marketed Shellfishes

Jeong-Eun Kim, Seon-Il Hwang, Seong-Bong Lee, Sang-Woon Shin, Hye-Jung Kwon,
Ji-Yeon Lee, Byoung-Hoon Lee, A-Ra Mo and Ok-Kyung Choi
Agricultural and Fishery Products Safety Inspection Team

Abstract : In this study, heavy metals(lead, cadmium, and mercury) and shellfish poisoning toxins(diarrhetic shellfish poisoning toxins, amnesic shellfish poisoning toxins) were investigated in a total of 104 shellfishes. According to the analysis of heavy metals, lead(Pb) was detected in the range of 0.0177~0.5709 mg/kg, cadmium(Cd) was detected in the range of 0.0226~1.4602 mg/kg, and mercury(Hg) was detected in the range of 0.0015~0.0327 mg/kg. Levels of Pb, Cd, and Hg were acceptable by Korean standards. Okadaic acid(OA) and dinophysistoxin-1(DTX-1) were investigated for monitoring of diarrhetic shellfish poisoning toxins and OA and DTX-1 were not detected. As a result of monitoring of amnesic shellfish poisoning toxins, domoic acid was detected in 5 of 104 samples and detection ratio was 4.8%. The detection period was found as follows; 1 case in January, 1 case in February, 1 case in May, 2 cases in September. These showed that continuous monitoring for the management of shellfish poisoning toxins and heavy metals is required. In addition, this study can be used as reference data to strengthen managing heavy metals in fishery products.

Key words : Shellfish, Heavy metal, Diarrhetic shellfish poison, Amnesic shellfish poison

요약 : 본 연구에서는 유통 패류 104건을 대상으로 중금속(납, 카드뮴, 수은) 및 패류독소(설사성 패류독소, 기억상실성 패류독소) 실태조사를 하였다. 중금속 분석 결과, 납의 검출범위는 0.0177~0.5709 mg/kg, 카드뮴의 검출범위는 0.0226~1.4602 mg/kg, 수은의 검출범위는 0.0015~0.0327 mg/kg이었으며, 모두 기준 이하로 안전한 수준이었다. 설사성 패류독소 모니터링을 위해 okadaic acid(OA)와 dinophysistoxin-1(DTX-1)을 분석하였고, 그 결과 104건 모두 불검출이었다. 기억상실성 패류독소인 domoic acid를 분석한 결과, domoic acid가 검출된 것은 5건으로 4.8%의 검출률을 보였다. 기억상실성 패류독소가 검출된 시기는 각각 1월 1건, 2월 1건, 5월 1건, 9월 2건이 검출되어 패류독소에 대한 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 판단된다. 또 패류 내 중금속은 기준 규격 이내로 안전한 수준이라 하더라도 중금속 오염에 대한 지속적인 안전관리가 필요하고, 향후 수산물 중금속에 대한 안전관리 강화를 위한 기초자료로 제공하고자 한다.

주제어 : 패류, 중금속, 설사성 패류독소, 기억상실성 패류독소

냉동 과·채류의 잔류농약 실태 조사

김아람 · 김기철 · 문선애 · 김한택 · 이창희 · 류지은 · 박예지 · 채경석 · 김지원 · 최옥경
경기도보건환경연구원 수원농수산물검사소

Monitoring on Pesticide Residues in Frozen Fruits and Vegetables

A-Ram Kim, Ki-Cheol Kim, Sun-Ae Moon, Han-Taek Kim, Chang-Hee Lee, Ji-Eun Ryu,
Ye-ji Park, Kyung-Suk Chae, Ji-Won Kim, Ok-Kyung Choi
*Suwon Agricultural and Fishery Products Inspection Center,
Gyeonggi-do Institute of Health and Environment, Suwon, Korea*

Abstract : This study was performed to monitor the pesticide residues in frozen fruits and vegetables distributed and sold at online and offline markets in Korea. 107 samples of 34 types of frozen fruits and vegetables were collected for this study, and a total of 341 pesticide residues were analyzed by using multi class pesticide multi-residue methods of the Korean Food Code. Pesticide residues were detected in 16 of 64 frozen fruits and 15 of 43 frozen vegetables and as a result, a total of 31 samples were detected, showing a detection rate of 29.0%. Among them, pyridaben exceeded the Maximum Residue Limits(MRLs) based on the Positive list system(PLS) in 1 case of frozen radish leaves, and the violation rate was 0.9%. Frozen fruits and vegetables were detected 23 times for 11 types and 36 times for 21 types, respectively, and a total of 28 types of pesticide residues were detected 59 times. Fungicides were detected the most in frozen fruits, while insecticides were detected the most in frozen vegetables. The most detected pesticides were the insecticide and acaricide chlorfenapyr(5) and the fungicide boscalid(5). Chlorfenapyr was detected only in frozen vegetables, and boscalid was detected in frozen fruits except one.

Keywords : Frozen fruits, Frozen vegetables, Pesticide residues, Pyridaben, Maximum Residue Limits(MRLs)

요약 : 본 연구에서는 냉동 과·채류의 잔류농약 실태조사를 위해 국내 온·오프라인 매장에서 유통 및 판매 중인 냉동 과·채류 107건을 조사 대상으로 하여 다중농약다성분 분석법으로 잔류농약 341종을 분석하였다. 조사한 결과 냉동 과일류 64건에서 16건, 냉동 채소류 43건에서 15건이 검출되어, 총 31건의 검출이 있었으며, 검출률 29.0%를 보였다. 이 중 냉동무청 1건에서 pyridaben이 PLS(Positive list system)에 따라 농약 잔류허용기준을 초과하였으며, 부적합률은 0.9%로 나타났다. 냉동 과일류와 냉동 채소류는 각각 11종 23회, 21종 36회 검출되어, 총 28종의 잔류농약이 59회 검출되었다. 냉동 과일류에선 살균제가 7종 17회로 가장 많이 검출되었고, 냉동 과·채류에선 14종 26회로 살충제가 가장 많이 검출되었다. 최다 검출 농약은 살충제 및 살비제인 chlorfenapyr(5회)와 살균제인 boscalid (5회)로, chlorfenapyr는 냉동 채소류에서만 검출되었고, boscalid는 1건을 제외하고 모두 냉동 과일류에서 검출되었다.

주제어 : 냉동 과일, 냉동 채소, 잔류농약, Pyridaben, Maximum Residue Limits(MRLs)

경기 북부 지역 유통 엽경채류의 농약 잔류량 분석

유나영 · 김기유 · 김윤성 · 김상태 · 송서현 · 임정화 · 한유리 · 최희정 · 김운호 · 서정화 · 최옥경
구리농수산물검사소

Analysis of Pesticide Residues in Stalk and Stem Vegetables marketed in Northern Gyeonggi-do

Na-Young Yoo, Ki-Yu Kim, Yun-Sung Kim, Sang-Tae Kim, Seo-Hyeon Song, Jeong-Hwa Lim, Yoo-Li Han, Hee-Jeong Choi, Youn-Ho Kim, Jeong-Hwa Seo, Ok-Kyung Choi
Guri Agricultural and Fishery Products Inspection Center

Abstract : The aim of this study was to investigate pesticide residues in 160 stalk and stem vegetables marketed in the northern area of Gyeonggi-do. Pesticide residues in the samples were analyzed by QuEChERS method for 341 pesticides using GC-MS/MS and LC-MS/MS. The pesticide residues of 75 samples(46.9%) were detected at or below maximum residue limit(MRL) but 4 samples(2.5%) were exceeded MRL. There were 39 kind of residual pesticides detected as follows: fungicide(14), insecticide(22), herbicide(2), plant growth regulator(1). The most frequently detected pesticide residues were carbendazim and pendimethalin. Fenitrothion, procymidone, and diazinon were detected exceeding MRL from garlic chives and welsh onion. Therefore, these results suggest that garlic chives, welsh onion and water celery should be monitored continuously.

Key words : Stalk and stem vegetables, pesticide residues, agricultural products, Gyeonggi-do

요약 : 본 연구에서는 경기도 북부지역에서 유통되는 엽경채류 농산물의 잔류농약 실태를 조사하기 위해 160건을 대상으로 잔류농약을 분석하였다. 시료는 QuEChERS법으로 전처리한 후 GC-MS/MS와 LC-MS/MS를 이용하여 분석하였다. 엽경채류 농산물 총 13품목 160건 중 8품목 75건(46.9%)에서 잔류농약이 검출되었으며, 검출된 농산물은 부추 35건, 파 24건, 미나리 7건, 기타 품목 9건이었다. 그 중 부추 3건과 파 1건에서 잔류농약 허용기준을 초과하여 검출(2.5%)되었다. 검출 농약은 39종으로 살균제 14종, 살충제 22종, 제초제 2종, 생장조정제 1종이었으며, carbendazim과 pendimethalin이 각각 11회로 가장 빈번하게 검출되었다. 잔류농약 허용기준을 초과하여 검출된 농약은 fenitrothion, procymidone, diazinon이었다. 결론적으로 잔류농약 검출률과 검출 빈도, 검사 건수를 종합적으로 고려해 볼 때 부추, 파, 미나리에 대한 지속적인 잔류농약 관리가 필요한 것으로 보인다.

주제어 : 엽경채류, 잔류농약, 농산물, 경기도

유통과일류의 부위별 잔류농약 함량 모니터링

문경은 · 박명기 · 배호정 · 이정희 · 이유나 · 김정선 · 강충원 · 이진희 · 최옥경 · 오조교
안양농수산물검사소

Monitoring of Pesticide Residues in Fruits by Part

Kyeong-Eun Moon, Myoung-Ki Park, Ho-Jeong Bae, Jung-Hee Lee, Yu-Na Lee,
Jung-Sun Kim, Choong-Won Kang, Jin-Hee Lee, Ok-Kyung Choi and Jo-Gyo Oh
Anyang Agricultural and Fishery Products Inspection Center

Abstract : In this study, we tested for pesticide residues in 114 samples of 20 different type of fruits circulated in Gyeonggi-do and online. Total 341 pesticides were analyzed by multi-residue method using GC-NPD, GC-ECD, GC-MSMS, LC-MSMS. In the whole fruit, the pesticides were detected in 48 cases, ranging 0.0025~0.1663 mg/kg and no samples had violative residue. In the peel, the pesticides were detected in 85 cases, ranging 0.0026~4.7185 mg/kg and the concentration was higher than whole fruit. In the pulp, the pesticides were detected in 8 cases, ranging 0.0021~0.0993 mg/kg. In most of the peels, the pesticides below MRLs were detected and in the kiwi peel, deltamethrin with an MRL of 0.05 mg/kg were detected at 0.1020 mg/kg. Since MRLs are applied to the whole fruit, it is not unsuitable for intake. However it is recommended to intake the fruit after washing for a safer and healthier intake of the peel, and it seems that continuous monitoring of the peel and pulp is necessary.

Keywords : pesticide residues, fruits, peel, pulp

요약 : 본 연구에서는 경기도내 유통매장 및 온라인에서 유통중인 과일류 18품목과 박과과채류 2품목 114건의 시료를 구입하였다. 과피와 과육을 분리한 후 GC-NPD, GC-ECD, GC-MSMS, LC-MSMS를 이용하여 341종 잔류농약 분석을 진행했다. 과일 전체(과피+과육)를 분석했을 때 48건의 시료에서 검출이 되었고 부적합은 없었으며 0.0025~0.1663 mg/kg 의 검출범위를 나타냈다. 과피에서는 85건에서 0.0026~4.7185 mg/kg 의 검출범위를 보이며 분리 전과 비교했을 때 높은 검출량을 보였다. 과육에서는 8건의 검출이 있었으며 검출범위는 0.0021~0.0993 mg/kg 로 나타났다. 대부분의 과피에서 농산물의 잔류허용기준 이하의 농약이 검출되었고 키위 과피에서 기준 0.05 mg/kg 인 deltamethrin이 0.1020 mg/kg 의 검출량을 보였다. 잔류허용기준은 과일 전체에 대한 기준이기 때문에 섭취에 부적합한 것은 아니지만 더욱 안전하고 건강한 과피 섭취를 위해 세척 후 과일 그대로를 섭취할 것을 권장하며 과피와 과육에 대한 지속적인 모니터링이 필요한 것으로 보여진다.

주제어 : 잔류농약, 과일, 과피, 과육

잡곡 농산물의 잔류농약 안전성 조사

한나은 · 김재관 · 윤희정 · 강민성 · 조영선 · 송지원 · 김병태 · 최종철 · 이성남 · 최옥경
안산농수산물검사소

A Study on the Safety of Pesticide Residues in Cereal grains and Pulses Excluding Rice

Na-Eun Han, Jae-Gwan Kim, Hee-Jeong Yun, Min-Seong Kang, Young-Seon Cho, Ji-Won Song, Byeong-Tae Kim, Jong-Cheol Choi, Seong-Nam Lee, Ok-Kyung Choi
Ansan Agricultural and Fishery Products Inspection Center

Abstract : This study was conducted to monitor pesticide residues in 106 commercial cereal grains and pulses excluding rice from January to July 2021. 40 domestic and 66 imported products from large, small-to-medium sized offline and online distribution channels, were analyzed with multiresidue method for 341 pesticides using GC/ECD, GC/NPD, GC/MSMS, UPLC/PDA, HPLC/FLD, LC/MSMS. Pesticides were detected in 8 samples(7.5%) during the observation period, of which one samples from big box retailers, two samples from small and medium-sized distribution stores, and five samples from online shopping mall. Five (4.7%) samples was exceeded the maximum residue limits (MRLs) among positive for pesticide residues. The detected pesticides in kidney beans(1 cases), mung beans(6 cases), and sorghum(1 cases), were MGK-264, chlorpyrifos, thiamethoxam, malathion, piperonyl butoxide, pirimiphos-methyl. Specifically, the imported mung bean(5 cases) exceeded the MRLs for thiamethoxam.

Key words : Cereal grains, Pulses, Pesticide residues, distribution channels

요약 : 본 연구는 2021년 2월부터 7월까지 잡곡 농산물 106건을 수거하여 잔류농약 실태조사를 하였다. 대형, 중소형 및 온라인 유통매장을 중심으로 국내 잡곡 농산물 40건과 수입 잡곡 농산물 66건을 수거하였고, GC/MSMS, GC/ECD, GC/NPD, LC/MSMS, UPLC/PDA, HPLC/FLD를 이용하여 다중 농약 다성분분석법으로 잔류농약 341종을 분석하였다. 잔류농약이 검출된 제품은 대형유통매장 1건, 중소형 유통매장 2건, 온라인 유통매장 5건으로 총 8건(7.5%)의 제품에서 잔류농약이 검출되었고, 5건(4.7%)에서는 잔류농약허용기준을 초과하였다. 이들 제품에서는 MGK-264, chlorpyrifos, thiamethoxam, malathion, piperonyl butoxide, pirimiphos-methyl 농약 성분이 검출되었다. 검출된 작물은 강낭콩(1건), 녹두(6건), 수수(1건)이다. 농약 잔류허용기준을 초과한 품목은 수입 녹두(5건)로 미안마산이었고, 초과한 농약 성분은 thiamethoxam이었다.

주제어 : 곡류, 두류, 잔류농약, 유통매장

실내먼지 중 프탈레이트류 평가 - 어린이 실내놀이시설을 중심으로 -

한현수 · 김동기 · 김진길 · 원종무 · 최정인 · 정해은 · 전수엽
환경연구기획팀

Estimates of Phthalates Contamination in indoor dust : focused on indoor play center

Hyun-Su Han Dong-ki Kim, Jin-Gil Kim, Jong-Moo Won, Jeong-In Choi, Hae-Eun Jeong, Su-Yeop Jeon
Environmental Research and Planning Team

Abstract : Phthalates compounds are widely used as plasticizers in polyvinyl chloride (PVC) resins and other industrial consumer products and some of them are known to be endocrine disorders. This study was to examine. Dust samples were collected from vacuum cleaning bags usually used for cleaning kids cafes. This study conducted a survey on 9 types of phthalates among indoor floor dust targeting 19 kids cafes in Gyeonggi-do. Benzyl Butyl phthalate (BBP), Di-isononyl phthalate(DINP), Di-isodecyl phthalate(DIDP), Di-n-octyl phthalate(DnOP), Dimethyl phthalate (DMP), Diethyl phthalate (DEP), Di(2-ethylhexyl) Adipate(DEHA), gaseous phthalates and phthalates were not detected in fine dust, but a significant amount of phthalates were detected in floor dust. The amount of detection in the floor dust was detected in the order of DINP>DnOP>DEHP>DEHA>DIDP>DBP>DEP, and DMP and BBP were detected in trace amounts. DINP was detected at the highest concentration (22.557~39,279.49 mg/kg) and DEHP was 20.841 to 9,319.236 mg/kg. In 4 of 19 facilities, the total content of 5 types of phthalates (DEHP, DBP, BBP, DINP, DnOP) contained in synthetic resin flooring materials in floor dust was detected to be higher than 0.1%, the standard for flooring materials regulation.

Key Words : Phthalates, Indoor dust, Endocrine disorders, Kids cafe

요약 : 프탈레이트계 화합물은 PVC 수지 등의 가소제로 널리 사용되며, 내분비계 장애 및 돌연변이를 유발하는 물질로 이에 대한 독성은 널리 알려져 있다. 본 연구는 경기도내 키즈카페 19개 곳을 대상으로 실내 바닥먼지 중 프탈레이트 9종에 대한 조사를 실시하였다. 분석대상 항목은 Di(2-ethylhexyl) phthalate(DEHP), Di-n-butyl phthalate(DBP), Benzyl Butyl phthalate(BBP), Di-isononyl phthalate(DINP), Di-isodecyl phthalate(DIDP), Di-n-octyl phthalate(DnOP), Dimethyl phthalate(DMP), Diethyl phthalate(DEP), Di(2-ethylhexyl) Adipate(DEHA)로, 가스상 프탈레이트 및 미세먼지 중 프탈레이트류는 검출되지 않았으나 바닥먼지에서는 상당량의 프탈레이트가 검출되었다. 바닥 먼지내 검출량은 DINP > DnOP > DEHP > DEHA > DIDP > DBP > DEP의 순으로 DMP, BBP는 미량으로 검출되었다. DINP가 가장 높은 농도(22.557~ 39,279.49 mg/kg)로 검출되었으며 DEHP는 20.841~9,319.236 mg/kg 수준이었다. 19개 시설 중 4개 시설에서 바닥먼지에서 합성수지 재질의 바닥재에 들어있는 프탈레이트류 5종(DEHP, DBP, BBP, DINP,DnOP)의 총합이 바닥재 규제 기준인 총합량이 0.1% 보다 높게 검출되었다.

주제어 : 프탈레이트류, 실내먼지, 내분비계 교란물질, 키즈카페

이온크로마토그래피(IC)를 이용한 대기배출가스 중 F, Br 및 HCl 분석 방법 연구

이상철 · 우정식 · 경지영 · 황선민 · 최윤희 · 조의호 · 황현아 · 김요용
경기도보건환경연구원 대기환경연구부

A Study on Determination of F, Br and HCl in Flue Gas from Air Pollutant Emission Facility by Ion Chromatography

Sang-Chul Lee, Jung-Sik Woo, Ji-Young Kyung, Seon-Min Hwang, Yun-Ho Choi, Ui-Ho Jo,
Hyun-Ah Hwang, and Yo-Yong Kim
Atmospheric Chemistry Team

Abstract : We aimed to evaluate the ion chromatographic(IC) methods to the simultaneous determination of F, Br, and HCl in flue gas from air pollutant emission facility. The 0.1 N NaOH absorption solution samples containing anions of F⁻, Br⁻ and Cl⁻ were pretreated by 'H cartridge' to adjust pH before the analysis by IC. We evaluated IC methods using Quality Assurance/Quality Control(QA/QC) in the official test method on air pollution, in Korea. In addition, at air pollutant emission facility, we sampled flue gas collected into 0.1 N NaOH and deionized water absorption solution. These samples were analyzed by IC methods and the official test method. The IC method and the official test method were statistically compared by the paired t-test using these analysis results. The QA/QC analytical results of F were not satisfied the QA/QC requirements of the official test method. On the other hand, that of Br and HCl was satisfied the QA/QC requirements of the official test method. Moreover, the paired t-test showed that the IC method was not different from the official test method about analysis of Br and HCl.

Key Words : Ion chromatography, Ultraviolet-visible spectroscopy, The official test method on air pollution, Quality assurance/quality control

요약 : 본 연구는 대기배출가스 중 플루오린화합물, 브로민화합물, 염화수소를 IC를 이용하여 동시 분석하는 방법을 평가하였다. 이를 위해 0.1N NaOH에 F⁻, Br⁻, Cl⁻ 이온을 첨가하여 흡수액 시료를 만들었고, 'H 카트리지'를 이용해 시료의 알칼리를 중화한 후 IC로 분석하였다. 평가는 대기오염공정 시험기준에서 제시하는 기존의 분석법에 대한 QA/QC 절차를 이용했다. 그 후 실제 배출시설에서 현재의 분석법과 본 연구에서 제시하는 IC 분석법으로 각각 채취 및 분석하여, 그 결과를 t-검증을 이용해 평가하였다. 플루오린화합물의 IC 분석법은 기존의 UV/VIS 분석법에 대한 QA/QC 기준을 충족하지 못했다. 반면, 브로민화합물과 염화수소의 IC 분석법은 기존의 UV/VIS 분석법에 대한 QA/QC 기준을 모두 충족했다. 또한, 브로민화합물과 염화수소의 t-검증 결과에서 유의수준이 각각 0.05 보다 크게 나타나 현재의 분석법과 본 연구에서 제시한 IC 분석법의 결과가 동등한 것으로 나타났다.

주제어 : 이온크로마토그래피, 자외선/가시선 분광계, 대기오염공정시험기준, 정보보증/정보관리

SIFT-MS를 이용한 폐기물처리시설의 악취배출 특성 연구

박종민 · 배용수 · 김중보 · 송진호 · 이현경 · 심솔지 · 박주은 · 김요용
생활환경팀

Characteristics of emissions for odorous in waste treatment facilities by using SIFT-MS

Jong-Min Park, Yong-Soo Bae, Jong-Bo Kim, Jin-Ho Song, Hyun-Kyung Lee, Sol-Ji Shim,
Joo-Eun Park, and Yo-young Kim
Living Environment Team

Abstract : Odors from waste treatment facilities tend to cause complaints due to their high concentrations and displeasure. In a waste treatment facility, various substances such as sulfur compounds, ammonia, ketones and aldehydes, and alcohols are detected and have sensory and subjective effects on humans. In this study, 44 materials of odor-causing substances generated in waste treatment facilities were investigated using SIFT-MS, a recently introduced real-time mass spectrometry system. In order to evaluate characteristics of the odor substances emitted according to the raw waste, 8 points of discharge facilities with different raw materials were selected. As a result of investigating the odor emission characteristics of waste treatment facilities using SIFT-MS, the main odor-causing substances were ammonia, amines, sulfur compounds, and aldehydes. Methanol, ethanol, and acetone were measured at high concentrations among the odor-causing substances other than the specified offensive odor substances, but they did not have a significant effect on the odor contribution.

Key Words : Odorous, Waste treatment facilities, SIFT-MS(Selected Ion Flow Tube-Mass Spectrometry), OC(Odor Contribution), Threshold

요약 : 폐기물처리시설에서 발생하는 악취는 농도와 불쾌감이 높아 민원을 일으키기 쉽고 황화합물, 암모니아, 케톤 및 알데하이드류, 알콜류 등 다양한 물질이 검출되어 인간에게 감각적, 주관적인 영향을 미치게 된다. 본 연구에서는 최근에 도입된 실시간질량분석시스템인 SIFT-MS를 사용하여 폐기물처리시설에서 발생하는 악취유발물질 44항목을 조사하였다. 폐기물 원료에 따라 배출되는 악취물질의 특성을 평가하기 위해 원료가 다른 배출시설 8지점을 선정하였다. SIFT-MS를 사용하여 폐기물처리시설의 악취 배출 특성을 조사한 결과 주요 악취유발물질은 암모니아 및 아민류, 황화합물류, 알데하이드류로 나타났으며 지정악취물질 이외에 악취유발물질 중 메탄올, 에탄올, 아세톤이 고농도로 측정되었지만 악취기여도에는 큰 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다.

주제어 : 악취, 폐기물처리시설, SIFT-MS, 악취기여도, 최소감지농도

포승공단 내 인공하천의 하천수와 퇴적물의 중금속 오염도 및 위해성 평가

신종현 · 이효진 · 손영금 · 김균희 · 김종성 · 임주희 · 김세광 · 김요용
토양분석팀

Assessment of Heavy Metals Pollution Intensity and its Ecological Risk of the Stream Water and Stream Sediments in the Poseung Industrial Complex

Shin Jong-Hyun, Lee Hyo-Jin, Son Yeong-Geum, Kim Kyun-Hee, Kim Jong-Sung, Lim Ju-Hee,
Kim Se-Kwang, Kim Yo-Yong
Soil Analysis Team

Abstract : In this study, spatiotemporal pollution characteristics and risks of heavy metals in stream water and sediments in Poseung industrial complex were evaluated. It showed that the order of the average concentrations of heavy metals in the stream water was $Pb > As > Cu > Zn > Ni > Cr > Hg > Cd$. The sum of the heavy metal concentrations in the stream water of Poseung industrial complex is 13% of those in Sihwa industrial complex, which means the pollution level is low. However, during the survey period in April, Pb and Hg exceeded the 'Korean water quality standards in stream', therefore it seems necessary to manage dissolved heavy metals at S1, S6, and S7 sites. It showed that the order of the average concentrations of other heavy metals in the sediments was $Zn > Cu > Cr > Ni > Pb > As > Cd > Cr6+ > Hg$. The average concentrations of periodic heavy metals in the sediments showed high in summer, when the volume and frequency of precipitation is high; it seemed that the heavy metals, which was accumulated on the surface of the industrial complex, flowed into streams along with rainfall. The average organic matter content in the sediments was 5.8%, however S1 site showed the highest organic matter content at 14.2%. The pollution load index(PLI) of heavy metals of the sediments in Poseung industrial complex showed a 'very strongly polluted' at S5 site, and the mPELQ also reached the highest point at S5 site. As a result, this is because this point flows through the center of Poseung industrial complex, where the non-point pollutants from the industrial complex was flowed into.

Keyword : heavy metal pollution, stream sediment, Poseung industrial complex

요약 : 본 연구에서는 포승공단 내 하천수와 하천 퇴적물의 중금속에 대한 시공간적 오염 특성 및 위해성을 평가하였다. 포승공단 하천수의 중금속 평균농도는 $Pb > As > Cu > Zn > Ni > Cr > Hg > Cd$ 의 농도 순으로 나타났다. 포승공단 하천수의 중금속 농도합은 시화공단 하천수의 중금속 농도합의 13% 수준으로 오염도가 낮은 상태이다. 다만 4월 조사 기간에 Pb와 Hg이 '하천 수질 환경 기준'을 초과하기도 하여 S1, S6, S7에서 용존성 중금속 관리가 필요할 것으로 보인다. 퇴적물의 중금속 평균농도는 $Zn > Cu > Cr > Ni > Pb > As > Cd > Cr6+ > Hg$ 순이었다. 조사 시기별 퇴적물 중금속 평균농도는 강우량 및 강우빈도가 큰 여름철에 높게 나타났는데 이는 공단내 지표면에 축적되어 있던 중금속들이 빗물과 함께 하천으로 유입된 영향으로 보인다. 하천 퇴적물의 평균 유기물함량은 5.8%이나 S1에서 14.2%로 가장 높은 유기물함량을 나타냈다. 포승공단 하천 퇴적물의 중금속 오염부하지수(PLI)는 S5에서 very strongly polluted의 오염상태를, mPELQ도 S5에서 정점을 보였다. 이와 같은 결과는 이 지점이 포승공단의 중앙을 흐르는 구간으로 공단 비점오염물질이 가장 많이 유입되기 때문으로 파악된다.

주제어 : 중금속 오염, 하천 퇴적물, 포승공단

경기도 대기오염 경보제 효율적 권역 설정 연구

조미현 · 민윤기 · 장은아 · 김민영 · 유현욱 · 정문주 · 김길숙 · 김명숙 · 신정은 · 정선희
김지민 · 김웅수 · 권보연
측정망운영팀

Evaluation of Regional Category for Gyeonggi-do Air Alert System

Mi-hyun Jo, Yoon-ki Min, Eun-ah Jang, Min-young Kim, Hyun-wook Yu, Moon-joo Jeong,
Gil-sook Kim, Myoung-sook Kim, Jeong-un Shin, Sun-hee Jeong, Ji-min Kim,
Woong-soo Kim and Bo-yeon Kweon
Air Monitoring Network Operation Team

Abstract : This study conducted a hierarchical clustering analysis (Ward-linkage method) and non-hierarchical clustering analysis (k-means method) through the R program using PM-2.5 daily average concentration data by cities for the past 3 years(2018-2020). After comparative analysis of the results for two clustering method, clusters were readjusted in consideration of geographic conditions and the probability of high PM-2.5 concentrations for 6 cities(Yeoncheon, Gapyeong, Yangpyeong, Hanam, Osan, Gimpo) centering on the results of the Ward-linkage method. The final cluster was divided into 4 districts. If the warning system will be implemented, the expected issuance date and the number of issuances is calculated and compared with the current warning system issuance status, there was no significant difference compared to the previous data for recent 3years. Ozone had the same issue status regardless of region changes. As a result of examining the concentration for each cluster by year, month, and season, cluster4, 2, 3, and 1 were generally higher in the order.

Key words : Cluster analysis, PM-2.5, High concentration probability, Alert system

요약 : 본 연구는 최근 3년간(2018~2020년) PM-2.5 시·군별 일평균 농도 자료를 이용하여 R 프로그램을 통해 계층적 군집분석(Ward-연결법), 비계층적 군집분석(k-means법)의 결과를 비교 분석한 후, Ward-연결법 결과를 중심으로 6개 시·군(연천, 가평, 양평, 하남, 오산, 김포)에 대해 지리적 여건, PM-2.5 고농도발생확률을 고려하여 군집을 재조정하였다. 최종 군집은 4개 권역으로 구분되었고, 경보제 시행 시 예상되는 발령일/발령횟수를 산출하여 기존 경보제 발령현황과 비교한 결과, 기존 대비 별다른 차이가 나타나지 않았고, 오존은 권역 변경과 관계없이 발령일/발령횟수가 동일했다. 각 군집별 농도에 대해 연도별, 월별, 계절별로 살펴본 결과, 대체적으로 cluster4, 2, 3, 1의 순으로 높게 나왔다.

주제어 : 군집분석, PM-2.5, 고농도발생확률, 경보제

경기도 지역의 미세먼지 중 중금속 분포 특성

임유진 · 황찬원 · 김규석 · 황철원 · 이정아 · 박민빈 · 송이 · 권보연
미세먼지분석팀

Distribution characteristics of heavy metals in PM-10 in Gyeonggi-do

Yoo-jin Lim, Chan-won Hwang, Kyu-seok Kim, Cheol-won Hwang, Jeong-a Lee, Min-been
Park, Yi Song and Bo-yeon Kweon
Particulate Matter Research Team

Abstract : This study was conducted on the distribution characteristics of heavy metals concentration of PM-10 in Gyeonggi-do, and it is intended to provide basic data for air quality improvement. Since 2018, the concentration of heavy metals has been decreasing every year, and Pb has been found to be at a level of 5.7~6.7% compared to the atmospheric environment standard of $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. By region, Ansan and Pyeongtaek industrial areas had higher concentrations of heavy metals than residential areas such as Suwon and Uijeongbu, and Ansan had higher concentrations of Pb, Cd, Cr, Cu, and Pyeongtaek, Mn and Ni. By regional correlation analysis, we found that the coefficient of correlation was highly investigated Fe-Mn, Mn-Ni, Cr-Ni($r=0.59\sim0.73$) in Ansan, Fe-Mn, Pb-Cd, Cr-Mn($r=0.68\sim0.89$) in Pyeongtaek, Pb-Cd, Pb-Cu($r=0.65\sim0.82$) in Suwon and Uijeongbu. After the implementation of the seasonal management system, the concentrations of Pb, Cd, Mn, Ni, and As, which were higher on days of high concentration than usual, decreased by 4.9~61.7% compared to the previous year. It seems that there was an improvement effect according to the measures to reduce fine dust emission related to business sites such as incineration facilities, scattering dust, and power generation.

Key Words : PM-10, Heavy metals, Correlation analysis

요약 : 본 연구에서는 경기도 지역의 미세먼지 중 중금속 농도분포 특성에 대해 모니터링을 실시하였으며 이를 통해 대기질 개선을 위한 기초자료를 제공하고자 한다. 2018년도 이후 중금속 농도는 매년 감소하고 있으며 Pb는 대기환경기준인 $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 대비 5.7~6.7% 수준으로 나타났다. 지역별로 산업지역인 안산과 평택이 주거지역인 수원, 의정부에 비해 중금속 농도가 높게 나타났으며 안산은 Pb, Cd, Cr, Cu, 평택은 Mn, Ni이 상대적으로 높은 농도로 나타났다. 상관분석을 통해 안산에서 Fe-Mn, Mn-Ni, Cr-Ni($r=0.59\sim0.73$), 평택은 Fe-Mn, Pb-Cd, Cr-Mn($r=0.68\sim0.89$), 수원과 의정부에서는 Pb-Cd, Pb-Cu($r=0.65\sim0.82$)의 상관성이 높게 나타났다. 계절관리제 시행 이후 평상시보다 고농도일에 농도가 높았던 Pb, Cd, Mn, Ni, As가 전년도 보다 4.9~61.7% 감소하였으며 이는 소각시설 등 사업장, 비산먼지, 발전과 관련 있는 미세먼지 배출 감축 조치에 따른 개선 효과가 있었던 것으로 보인다.

주제어 : 미세먼지, 중금속, 상관분석

광화학모델을 이용한 경기도 오존특성 분석 (2020년 사례를 중심으로)

최소연 · 홍순모 · 이수문 · 전찬일 · 박근호 · 강진구 · 최재형 · 권보연
모델링연구팀

Analysis of characteristics of ozone using photochemical model
in Gyeonggi-do (Focusing on cases in 2020)

So-Yeon Choi, Soon-Mo Hong, Soo-Moon Lee, Chan-il Jeon, Geun-Ho Park,
Jin-Goo Kang, Jae-Hyeong Choi, Bo-Yeon Kwon
Air modeling Research Team

Abstract : In this study, the characteristics of ozone generation in the atmosphere of Gyeonggi-do in 2020 were analyzed, and a case was selected from May to September during the high-concentration ozone generation period to identify the cause of high-concentration ozone. The duration of the ozone warning system is 2.7 to 3.6 hours on average for the past 5 years, and was analyzed based on 4 hours. The ozone warning system lasted more than 4 hours on 18 days(67%) of the 27 days, and the rate of ozone warning system for a long time has been increasing in the past 5 years. Air quality standard mostly exceeded the standard of 8 hours average in May and June, and it exceeded 106 days out of 153 days during the period of occurrence of high concentrations. The contribution of ozone precursor VOCs to ozone generation was highest in aromatic hydrocarbons. The cause of the high-concentration case day is that the pollutants are pushed into the west sea by the east wind, undergo a photochemical reaction, and then re-introduced by the sea wind, which appears to be the cause of the high-concentration ozone.

Key words : Photochemical model, Ozone, POCP, Air quality standard

요약 : 본 연구는 2020년 경기도의 대기 중 오존발생 특성을 분석하고, 고농도 오존 발생기간인 5월 ~ 9월중 한 사례를 택하여 고농도 발생 원인을 파악하였다. 오존 경보제 발령 지속시간은 최근 5년간 평균 2.7시간 ~ 3.6시간이며, 4시간을 대상으로 오존발령 지속시간을 분석하였다. 2020년의 오존 발령일 27일 중 18일(67%)은 오존발령이 4시간 이상 지속되었고 최근 5년 동안 오존발령이 장시간 지속되는 비율이 증가하는 추세로 나타났다. 대기환경기준은 5월, 6월에 대부분 8시간 평균치를 초과하였고, 고농도 발생기간 153일 중 106일이 초과하는 것으로 나타났다. 오존전구물질 VOCs의 오존생성 기여도는 방향족 탄화수소 계열이 가장 높게 나타났고 고농도 사례일의 발생원인은 동풍에 의해 서해상으로 밀려난 오염물질들이 광화학반응을 거치고 해풍에 의해 재유입되는 형태가 되어 고농도 오존이 발생한 원인으로 보인다.

주제어 : 광화학모델, 오존, POCP, 대기환경기준

키즈카페 공간별 실내공기질 특성 연구

김태영 · 김미정 · 백민경 · 김수현 · 문재필 · 조진경 · 최유경 · 박종완 · 권보연 · 오조교
실내공기질팀

Evaluation on Indoor Air Quality (IAQ) of the Indoor Play Center in Gyeonggi-do

Tae-Young Kim, Mi-Jeoung Kim, Min-kyung Baek, Su-Hyun Kim, Jae-pil Moon, Jin-kyung Jo, Yu-Kyung Choi, Jong-wan Park, Bo-yeon Kweon and Jo-gyo Oh

Indoor Air Quality Team

Abstract : This study was undertaken to assess the distribution characteristics of indoor air pollutants by dividing the indoor play center by area for 20 indoor play centers with a size of 430 m² or larger in Gyeonggi-do, and to investigate the effect of population density on pollutants. There was no statistically significant difference in the concentrations of gaseous, particulate and biological pollutants in the indoor play center during non-congested hours between the cafe area and the play area. The concentration of gaseous pollutants was high in places where the indoor spatial structure is separated into independent areas and in corners where it is difficult to diffuse and balance by air circulation. However, the inflow of outside air and the presence of air purifier nearby were also association with reduction of pollutants. This change was more evident in VOCs than in formaldehyde. Moreover, an increase in the concentration of gaseous pollutants was observed during crowded hour in indoor play centers equipped with cooking facilities. The particulate pollutants were simultaneously affected by primary and secondary dust as the population density increased. PM₁₀ increased more in the play area than in the cafe area when the population density was high, and PM_{2.5} increased when there was a high concentration of VOCs. Among biological pollutants, the total number of airborne bacteria was simultaneously affected by the source of origin, external air, and environmental conditions. That is, the increase rate was higher when the concentration of airborne bacteria in outdoor air was high and the indoor play center is crowded, and the types of clusters were also diversified. Total concentration of airborne mold has been greatly affected by the outside air, reflecting the fungal population and community in the outside air. In addition, it was found that mechanical ventilation is advantageous in terms of the management of airborne microorganisms. Surface microorganisms were highly detected on wooden tables in cafe areas where the surface was rough and organic matter could be attached. From the above results, when selecting a sampling point of kids' cafe to measure indoor air quality, it should be selected so that the result is not distorted in consideration of the characteristics of pollutants. Furthermore, it was found that the interior of an independent area should be avoided as much as possible for the management of gaseous pollutants, and special attention should be paid to indoor air quality management in the case of a kid's cafe with cooking facilities when it is crowded.

Key words : Indoor play center, Indoor air quality, Particulate matter, VOCs, microorganisms

요약 : 본 연구는 경기도 내 430 m² 이상의 키즈카페 20개소를 대상으로 키즈카페를 공간별로 나누어 오염물질의 분포 특성을 파악하고, 인구밀집도가 오염물질에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 비혼잡시간에 키즈카페 내 가스상 오염물질, 입자상 오염물질, 생물학적 오염물질의 농도는 카페공간과 놀이공간의 통계적 유의미한 차이가 없었다. 가스상 오염물질은 구조적인 측면에서 실내 공간구조가 독립공간으로 분리되어있는 곳과 구석진 곳에서 공기 순환에 의한 확산 및 평형이 이루어지기 어려워져 농도가 높게 나타났고, 외부 공기가 유입되거나 근처에 공기청정기가 있을 때는 저감효과가 나타났다. 이런 변화는 폼알데하이드보다 VOCs에서 두드러졌다. 또한, 조리시설이 갖추어져 있는 키즈카페에서는 혼잡시간에 가스상 오염물질의 농도 상승이 관찰되었다. 입자상 오염물질은 인구밀집도가 증가하면서 일차먼지와 이차먼지에 의한 영향을 동시에 받았다. PM₁₀은 인구밀집도가 높을 때 카페공간보다 놀이공간에서 증가율이 더욱 높았고, PM_{2.5}는 고농도의 VOCs가 있을 때 증가하였다. 생물학적 오염물질 중 총부유세균수는 발생원, 외기, 환경조건의 영향을 동시에 받아 외기의 농도가 높고 혼잡할 때 그 증가율이 더 높았고 군집의 종류도 다양해졌다. 부유곰팡이는 군집뿐만 아니라 개체수도 외기의 영향을 가장 많이 받았다. 부착미생물은 표면이 매끄럽지 않고 유기물 공급이 원활한 카페공간의 나무테이블에서 높게 검출되었다. 이상의 결과들은 실내공기질 측정을 위해 시료채취지점을 선정할 때 오염물질의 특성을 고려하여 결과가 왜곡되지 않게 선택해야 함을 보여주며, 가스상오염물질의 관리를 위해 독립공간의 인테리어를 지양하고, 조리시설이 있는 키즈카페의 경우 인구밀집도가 높을 때 실내공기질 관리에 특히 주의해야 함을 시사한다.

주제어 : 키즈카페, 인구밀집도, 미세먼지, 폼알데하이드, VOCs, 부유미생물, 부착미생물

도내 인공호수 수질특성조사 및 개선방안 연구

김연진·성연국·오천환·조덕희·김창규·서경순·윤미라·안희준·곽민지·최일우
유역환경조사팀

A study on water quality characteristics and improvement methods of artificial lakes in Gyeonggi-do

Yeon-jin Kim, Yeon-kook Sung, Cheon-hwan Oh, Duck-hee Jo, Chang-gyu Kim, Kyung-soon Seo, Mi-ra Yoon, Hee-jun Ahn, Min-ji Kwak, and Il-Woo Choi
Watershed Research Team

Abstract : In this study, the water quality characteristics of artificial lakes located in downtown and the effect of the water quality of maintenance water on the lake water quality are investigated to research a stable water quality management plan for artificial lakes. As a result of identifying the water quality characteristics of three artificial lakes in Gyeonggi-do, the organic and solid concentrations are appeared to influent level 2~4, effluent level 5 in L1 and influent level 5, effluent level 6 in L2 based on lake environmental standards(LOC). Compared to the influent, the concentration of the middle side and the effluent showed a higher trend, but L3, the control group, was founded to maintain environmental standards level 2(LOC standard, 4 mg/L) in all sampling sites. Results of estimating the correction coefficients among water quality parameters were shown relatively high values between BOD, COD, LOC, TSS, and Chl-a in 0.5~0.9. Especially, the correction coefficients between LOC, COD and Chl-a were higher than 0.8, and It is considered that this is caused by the increase in the concentration of solids due to the generation of algae in the lake and the internally produced organic matter. Also, despite T-N/T-P ratio of all three lakes being 16 or higher, the average concentrations of Chl-a showed a difference of 92.4, 174.2, 17.9 mg/m³ in L1, L2, and L3 based on the middle side, respectively. So, it seems that T-P has a greater influence on algae growth than T-N.

Key word: Artificial lake, Water quality characteristics, Harmful cyanobacteria, Pollutant loadings

요약 : 본 연구는 도심 내 위치한 인공호수의 수질 현황 및 유지용수의 수질이 호수수질에 미치는 영향을 파악하여 안정적인 인공호수 수질관리방안을 확보하고자 하였다. 경기도 내 인공호수 3개소의 수질특성을 파악한 결과, 유기물 및 고형물 농도에 대하여 L1은 생활환경기준으로 유입부 2~4등급에서 유출부 5등급으로, L2는 생활환경기준 5등급에서 6등급으로 유입(I)에 비해 중심부(M)와 유출(E)의 농도가 더 높아지는 추이를 보였으나 대조군인 L3는 유입, 중심부, 유출 모두 생활환경기준 2등급(LOC기준, 4 mg/L이하) 수준을 유지하는 것으로 나타났다. 호수별 수질항목간의 상관관계를 도출한 결과, BOD, COD, LOC, SS 그리고 클로로필-a의 상관관계가 0.5~0.9로 비교적 높게 나타났다. 특히 LOC, COD와 클로로필-a의 상관도는 0.8 이상이었고, 이는 호수 내부 조류의 발생에 의한 고형물 농도 증가 및 내부생성 유기물에 의한 것이라 판단된다. 또한 세 호수 모두 T-N/T-P비가 16 이상임에도 클로로필-a의 농도 평균이 중심부 기준 L1, L2, L3에서 각각 92.4, 174.2, 17.9 mg/m³의 차이를 보이는 것으로 보아 총질소보다 총인이 조류성장에 더 큰 영향을 미치고 있는 것으로 보인다.

주제어: 인공호수, 수질특성, 수질개선, 유해남조류, 오염부하량

폐수배출시설의 업종별 과불화화합물 배출특성 조사 - PFHxS, PFOS, PFOA를 중심으로 -

오민영 · 최필권 · 김태현 · 남우경 · 이진영 · 정선희 · 서수정 · 박서경 · 이세영 · 고수진 · 최일우
산업폐수팀

A research on the discharge characteristics of poly & per-fluorinated compounds by industry
of wastewater discharge facilities

Min-young Oh, Phil-kwon Choi, Tae-hyun Kim, Woo-kyong Nam, Jin-young Lee, Seon-hee Jung,
Su-jung Seo, Seo-gyeong Park, Se-young Lee, Su-jin Go and Il-woo Choi
Industrial wastewater Team

Abstract :

As a result of analyzing 926 poly & perfluorinated compounds (PFHxS, PFOS, PFOA) among 15 representative industries on wastewater at wastewater discharge facilities in southern Gyeonggi Province, it was confirmed that each of more than 10 ng/L was detected in all industries except mining facilities, power generation and drinking water. The detection rate of PFCs was 77.3% and 63.6% in paper-printing-wood and plating facilities. Other industries were found to be 0 to 37.5%. PFOS and PFOA were detected more than 100 ng/L in petrochemical-medicine, chemical experiment facilities, plating facilities, and electrical-electronic industries. This is interpreted to have the effect of the period of exemption from prohibition on the use and production of PFOS and PFOA following amendments to annexes to the stockholm convention on persistent organic pollutants. In this regard, monitoring is necessary because regulation changes are occurring continuously. As a result of the Welch-t test and Games-Howell post-test analysis of PFCs by region, PFHxS and PFOS were found to have low differences by region, but PFOA was found to have significant differences by region. It was confirmed that the concentration of PFOA in Hwaseong-si was significantly higher than that in Ansan-si, Anseong-si, Gimpo-si, Gunpo-si, Yongin-si, Suwon-si, Siheung-si and Pyeongtaek-si.

Key Words : industrial wastewater, poly&per-fluorinated compounds, PFHxS, PFOS, PFOA, PFCs

요약 : 경기 남부지역의 폐수배출시설을 대상으로 15개 대표 업종별 폐수방류수 중 과불화화합물 3종(PFHxS, PFOS, PFOA)에 대한 분석(926건) 결과, 광업시설 및 발전·먹는물을 제외한 전 업종에서 각각 10 ng/L 이상 검출된 것을 확인하였다. 과불화화합물 검출률은 종이·인쇄·목재 및 도금시설에서 각각 77.3, 63.6%로 나타났고, 그 외 업종은 0 ~ 37.5%인 것으로 확인되었다. 석유화학·의약품, 이화학실험시설, 도금시설 및 전기전자 업종 등에서 PFOS 및 PFOA가 100 ng/L 이상으로 검출되었는데, 이는 스톡홀름협약 개정 발효에 따른 PFOS 및 PFOA의 사용 및 생산 금지 면제 기간 등의 영향이 있는 것으로 해석되며, 규제 변동사항이 지속적으로 발생하고 있으므로 모니터링이 필요할 것으로 사료된다. 지역별 과불화화합물의 Welch-t test 및 Games-Howell 사후검정 분석 결과, PFHxS 및 PFOS는 지역에 따른 농도의 차이가 낮은 것으로 파악되었으나, PFOA는 전기전자 업종에서 지역에 따라 유의한 차이가 있는 것으로 확인되었으며, 화성에서의 농도가 안산, 안성, 김포, 군포, 용인, 수원, 시흥 및 평택의 농도보다 유의하게 높은 것을 확인하였다.

주제어 : 산업폐수, 과불화화합물, PFHxS, PFOS, PFOA, PFCs

생흡착을 이용한 하수의 색도 저감 연구

강동한 · 정병환 · 장영호 · 박현구 · 강진영 · 김용호 · 최일우 · 오조교
생활하수팀

Color removal from wastewater via activated sludge based bio-adsorption

Dong-Han Kang, Byeong-Hwan Jeong, Young-Ho Jang, Hyen-Goo Park, Jin-Young Kang,
Yong-Ho Kim, Ill-Woo Choi and Jo-Gyo Oh
Sewage Team, Gyeonggi-do Institute of Health and Environment

Abstract : This study was conducted to evaluate the adsorption characteristics of waste-activated sludge and the efficiency of adsorption-coagulation consortium technology for color removal from municipal sewage containing textile and dye effluent. In view of the color removal, pH is a more important factor than sludge dosages, the highest color removal rate of influent and effluent water via biosorption was $54.5 \pm 3.5\%$ and $51.0 \pm 3.5\%$ at pH 3.0 and 50 mg waste-activated sludge/L, respectively. The optimum pH for the coagulation with PAC was dramatically varied according to biosorbents. When microbes and waste-activated sludge are exist, color removal rate was not much varied from pH 3.0 to pH 5.0. This phenomenon was assumed to be that biosorption might be compensated for decreased color removal amount from coagulation at lower pH(pH 3.0 ~ 5.0). In case of biosorbent is not exist, the optimum pH for the color removal by coagulation was nearby pH 5.0. We can say that the integrated conditions for color removal via biosorption-coagulation consortium are optimized at 50.0 mg waste-activated sludge/L, pH 5.0 and PAC 10.0 mg Al/L. High performance(removal rate of $66.4 \pm 10.5\%$) was accomplished in pilot scale(300L/일) study with real domestic sewage containing dye wastewater. It is assumed that biosorption-coagulation consortium technology combined with waste-activated sludge could be applied to color removal economically.

Key word : Biosorption, Enhanced coagulation, Color removal, Waste-activated sludge, Ozone oxidation

요약 : 본 연구에서는 잉여슬러지를 생흡착제로 활용하여 섬유, 염색공장 폐수가 혼입된 하수의 색도 제거 효과를 검토하였다. 색도 제거율은 생흡착제 농도보다 pH에 더 크게 영향을 받았으며, pH 3.0, 잉여슬러지 50.0 mg/L에서 유입수 및 방류수에 대해 각각 $54.5 \pm 3.5\%$ 및 $51.0 \pm 3.5\%$ 로 가장 높았다. PAC를 사용하여 색도를 제거할 때 생흡착제 존재 유/무에 따라 색도 제거에 적합한 pH가 크게 변화되었다. 즉, 생흡착제가 없는 경우 색도 제거율은 pH 5.0에서 가장 높고 그 보다 높거나 낮은 pH에서는 낮아졌다. 반면, 유입 하수 또는 잉여슬러지가 주입된 경우는 pH 3.0 ~ pH 5.0에서 동등한 수준에서 색도 제거율이 높았다. 이러한 현상은 pH가 5.0 이하로 낮은 경우 응집은 감소하나 생흡착 효율이 증가되었기 때문으로 판단된다. 생물흡착과 화학응집을 조합한 색도 제거의 경제성 측면에서 잉여슬러지 농도 50.0 mg/L, pH 5.0 및 PAC 10.0 mg Al/L 조건이 적절한 것으로 판단된다. Y 하수처리장 유입 하수에 대한 300ℓ/일의 파일럿 연구에서 평균 색도 제거율 $66.4 \pm 10.5\%$ (유입 126.3도, 처리수 42.2도)를 안정적으로 달성하였으며, 본 연구의 결과를 하수 색도 제거에 유용하게 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

주제어 : 생흡착, 강화 응집, 색도 제거, 잉여슬러지, 오존 산화

경기도 남부지역 야영장 먹는물 안전성 조사 및 개선방안

김지수 · 김은아 · 서인숙 · 박기범 · 김수연 · 김채림 · 조승연 · 윤홍철 · 최양희 · 최일우 · 오조교
경기도보건환경연구원 먹는물검사팀

Safety survey and improvement plan for drinking water at campsites in southern Gyeonggi-do

Ji-soo Kim, Eun-ah Kim, In-suk Seo, Ki-bum Park, Su-yeon Kim, Chae-lim Kim,
Seung-yeon Cho, Hong-cheol Yoon, Il-woo Choi, and Jo-gyo Oh
Drinking Water Analysis Team, Gyeonggi Province Institute of Health and Environment

Abstract: The purpose of this study was to investigate the safety of drinking water at campsites in the southern part of Gyeonggi-do and to suggest improvement plans. In addition to the field survey, tap water and groundwater used as drinking water at the campsite were tested according to drinking water standards, including radon and uranium. In the case of microorganisms with the highest nonconformity rate, most campsites did not have disinfection and sterilization facilities, and there were also cases where campsites with facilities did not operate properly. Therefore, if a UV sterilizer or chlorine generator is installed, the nonconformity rate can be reduced. In addition, when water quality monitoring standards are applied, the radon non-compliance rate is similar to that of microorganisms, but since the half-life is short, if aeration and ventilation facilities are installed in the water tank, the radon concentration could be reduced to a non-detectable level. In conclusion, the safety of drinking water at campsites, where microorganisms and radon are major risk factors, can be secured through simple installation of facilities and proper management.

Keywords: Campsites, Groundwater, Radon, Tap water, Water quality standards

요약: 본 연구의 목적은 경기도 남부지역 야영장의 먹는물 안전성을 조사하고 개선방안을 제시하는 것이다. 현장 조사와 더불어 야영장에서 먹는물로 사용되는 수돗물과 지하수를 라돈, 우라늄을 포함하여 먹는물수질공정 시험기준에 따라 검사하였다. 부적합률이 가장 높은 미생물의 경우 대부분의 야영장에 소독·살균시설이 없었고, 시설이 있는 야영장도 제대로 운영하지 않는 예가 있었다. 따라서 UV 살균기나 염소 발생기를 설치한다면 부적합률을 줄일 수 있을 것으로 판단된다. 또한 수질 모니터링 기준을 적용하면 라돈의 부적합률은 미생물과 비슷한 수준이었지만, 라돈은 반감기가 짧아서 물탱크에 폭기 및 환기시설을 설치한다면 라돈 농도를 불검출 수준까지 감소시킬 수 있을 것이다. 결론적으로 미생물과 라돈이 주요 위험 요인인 야영장 먹는물의 안전성은 간단한 시설 설치 및 적절한 관리를 통해 확보될 수 있을 것이다.

주제어: 야영장, 지하수, 라돈, 수돗물, 수질기준

총대장균군 정성적 시험방법 결과의 비교

오승은 · 정주용 · 심규승 · 김용준 · 이혜인 · 최시림 · 최일우 · 오조교
물환경생태팀

Comparison on qualitative methods of total coliform

seung-eun Oh, ju-yong Jeong, kyu-seung Shim, yong-jun Kim, hye-in Lee, si-rim Choi,
il-woo Choi and jo-gyo Oh
Aquatic Ecology Team

Abstract : Multiple-tube fermentation(MT), Membrane filtration(MF), Enzyme substrate(EZ) as total coliform qualitative method are generally used, but the results for these methods are not matched occasionally. In this study, The accuracy concordance rate between methods were compared for 120 bacteria isolated from water samples, analyzing the total coliform by qualitative methods and identifying with 16S rDNA sequence/API 20E kit. As the result, The accuracy MT, MF, and EZ was 80.8%, 75.8%, and 80.0%, respectively, and the positive determination rate was 50.8%, 80.8%, and 82.5%, respectively, showing large differences. Especially *Aeromonas* sp. showed high rates of false-positive in MF and EZ. The Agreement between MT and MF was 54.8%, not significant($p>0.05$), and between MF and EZ was the greatest, 80.0%($p<0.05$). The agreement and statistical concordance among the results of three methods were quite low evaluated, 51.7% and 0.211($p<0.05$) of kappa value, respectively. Therefore, considering for each accuracy and concordance on methods will be required when methods are used interchangeably.

Key word : Qualitative method, False-positive, Positive determination rate, Accuracy, Agreement

요약 : 총대장균군 정성 시험방법으로 시험관법, 막여과법, 효소기질이용법이 통용되나 시험방법 간에 때때로 불일치한 결과가 나타난다. 본 연구에서는 검체에서 분리한 120개 균을 총대장균군 정성 시험과 16S rDNA 염기서열/API 20E kit로 동정하여 시험방법 간 정확도와 상호 일치도를 비교하였다. 그 결과 시험관법, 막여과법, 효소기질이용법의 각 정확도는 80.8%, 75.8%, 80.0%였고, 양성판정률은 50.8%, 80.8%, 82.5%로 큰 차이를 나타내었다. 특히 *Aeromonas* sp.가 높은 비율로 막여과법과 효소기질이용법에서 위양성 결과를 나타냈다. 시험관법과 막여과법의 일치도는 54.8%로 유의미하지 않았고($p>0.05$), 막여과법과 효소기질이용법의 일치도는 80.0%로 가장 높았다($p<0.05$). 일치도와 통계적 일치도가 각각 51.7%, kappa 값 0.211($p<0.05$)으로 3가지 시험방법 간 일치 정도는 낮게 평가되었다. 따라서 총대장균군 정성 시험방법을 호환할 경우, 시험방법 별 정확도와 상호 일치도를 고려하여 적용할 필요가 있다.

주제어 : 정성 시험방법, 위양성, 양성판정률, 정확도, 일치도

경기북부에서 재배되는 식용꽃차의 항산화 성분함량 및 생리활성연구

하진옥 · 홍해근 · 권연옥 · 송유나 · 김현지 · 손명진 · 박정화 · 박용배
북부지원 식품분석팀

A Study on Antioxidant Content of Edible Flower-tea Cultivated in Northern Gyeonggi Province

Jin-Ok Ha, Hae-Geun Hong, Yeon-Ok Kwon, Yu-Na Song, Hyeon-Ji Kim, Myeong-Jin Son,
Jeong-Hwa Park and Yong-Bae Park
Food Analysis Team in North Branch

Abstract : In this study, analyzed the antioxidant content of flower tea cultivated and produced in the northern part of Gyeonggi Province. The total polyphenol content was found to be high in the order of magnolia > ginger flower > pansy-viola > marigold, chrysanthemum, white dandelion, arrowroot flower, and cockscomb by type of flower tea. Total flavonoids were highest in the order of magnolia > pansy-viola > ginger flower > marigold, chrysanthemum, white dandelion, cockscomb and arrowroot. Analysis of phenolic compounds in flower tea revealed the highest content of rutin in magnolia flower tea and chlorogenic acid was detected. Rutin and caffeic acid were detected in pansy-viola flower tea, and chlorogenic acid, rosmarinic acid and apigenin were detected in chrysanthemum tea. Gallic acid, luteolin and apigenin were detected in marigold tea, rutin and gallic acid were detected in ginger flower tea, and chlorogenic acid was detected in white dandelion tea. The changes in total polyphenols and total flavonoids with the extraction time of flower tea increased most up to the extraction time of 10 minutes. This was also the case with changes in the phenolic compounds (rutin) of magnolia flower tea. We would like to confirm the potential of local flower tea as a functional material and utilize it as a basic material for research on the popularization and consumption of flower tea.

Key Words : Flower tea, Magnolia tea, Total polyphenol, Total flavonoid, Rutin

요약 : 본 연구에서는 경기북부지역에서 재배 및 생산되는 꽃차의 항산화성분 함량 등을 분석하였다. 총 폴리페놀의 함량은 꽃차의 종류별로 목련 > 생강나무꽃 > 팬지·비올라 > 마리골드, 국화, 흰민들레, 찔꽃, 맨드라미 순으로 높게 나타났고, 총 플라보노이드는 목련 > 팬지·비올라 > 생강나무꽃 > 마리골드, 국화, 흰민들레, 맨드라미, 찔꽃 순으로 높게 나타났다. 꽃차 중의 페놀성 화합물을 분석한 결과 목련꽃차에서 rutin이 가장 높은 함량을 보였고, chlorogenic acid가 검출되었다. 팬지·비올라꽃차의 경우 rutin과 caffeic acid가 검출되었고, 국화꽃차에서는 chlorogenic acid, rosmarinic acid, apigenin이 검출되었다. 마리골드꽃차에서는 gallic acid, luteolin, apigenin, 생강나무꽃차에서는 rutin, gallic acid가 검출되었으며, 흰민들레꽃차에서는 chlorogenic acid가 검출되었다. 꽃차의 추출시간에 따른 총 폴리페놀, 총 플라보노이드의 변화는 추출시간 10분까지 가장 많은 증가를 보였다. 이는 목련꽃차의 페놀성 화합물 중 rutin의 변화에서도 마찬가지였다. 꽃차의 기능성 소재로서의 가능성을 확인하고, 꽃차 대중화와 소비에 관련된 연구의 기초자료로 활용하고자 한다.

주제어 : 꽃차, 목련꽃차, 총 폴리페놀, 총 플라보노이드, 루틴

경기북부 환경수계 레지오넬라 균 특성연구

오상현 · 임지현 · 이찬미 · 조아라 · 유수현 · 박한별 · 고다정 · 손종성 · 박용배 · 오조교
북부지원 미생물검사팀

Distribution and Characteristics of Legionella species Isolated from Environmental Water
Systems of Public Facilities in Northern Gyeonggi-do

Sang-Heon Oh, Ji-Hyun Lim, Chan-Mi Lee, Ah-Ra Jo, Su-Hyeon Yoo, Han-Byul Park,
Da-Jung Ko, Jong Seong Son, Yong-Bae Park and Jo-Gyo Oh
Microbiological Inspection Team in North Branch

Abstract : Among *Legionella*-positive samples detected in northern Gyeonggi-do from 2017 to 2020, distribution and antibiotics susceptibility were investigated using the results of 90 facilities that confirmed *L. pneumophilla* serogroups and *Legionella* species. And 32 facilities of them were tested for antibiotic susceptibility (MICs) using E-strip. As a result of the distribution survey, a total of seven types of *Legionella* were detected in northern Gyeonggi-do, including seven serogroups of *L. pneumophilla* 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10 and *L. anisa*, *L. rubrilucens*, *L. spiritensis*, *L. spiritensis*, *L. bozemanii* and *L. dumoffii*. *L. pneumophilla* accounted for 84% of the total detection, of which serogroups 1 (27%) and 5 (17%) were distributed at high rates. The distribution pattern of *Legionella* in northern Gyeonggi-do showed a very similar pattern to that of the whole countrywide. We investigated the antimicrobial susceptibility(MICs) of seven types of antibiotics, including azithromycin, clarithromycin, doxycycline, erythromycin, imipenem, levofloxacin and rifampicin. The minimum inhibitory concentrations (MICs) of 7 antibiotics were determined by the gradient test using buffered charcoal yeast extract agar(α -BCYE). A high level of MIC values ($\geq 1 \mu\text{g/mL}$) were observed in a total of 7 cases, including 1 in *L. pneumophilla* serogroups 1 and 3, 1 in *L. feeleii*, 3 in *L. rubrilucens*, and 1 in *L. spiritensis*. When the value was high in azithromycin, a high value of MICs was observed concurrently in erythromycin, and in one of *L. rubrilucens*, the value of clarithromycin was also high.

Key Words : Legionellosis, *Legionella* spp., *Legionella pneumophilla*, Antibiotic susceptibility, MIC

요약 : 2017년부터 2020년까지 경기북부에서 분리되어 혈청군(*L. pneumophilla*) 및 균 종(*Legionella* spp.)이 확인된 90개소에 대한 레지오넬라균의 분포 특성을 조사하고, 이 중 32개소의 검체를 E-strip을 이용하여 항생제 감수성 검사(MIC)를 수행하였다. 분포특성 조사결과 경기북부에서는 *L. pneumophilla* 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10의 7개 혈청군과 *L. anisa*, *L. rubrilucens*, *L. spiritensis*, *L. bozemanii*, *L. dumoffii*, *L. feeleii* 등 총 7종의 레지오넬라가 검출되었다. *L. pneumophilla*가 전체 검출의 84%를 차지하였으며, 이 중 혈청군 1(27%)과 5(17%)가 높은 비율로 분포하였다. 경기북부의 레지오넬라균 분포는 전국의 연구결과와 매우 유사한 양상을 보였다. α -BCYE 배지를 사용하여 azithromycin, clarithromycin, doxycycline, erythromycin, imipenem, levofloxacin, rifampicin 등 7종의 항생제에 대한 감수성 수치(MICs)를 조사하였다. *L. pneumophilla* 혈청군 1 과 3에서 각 1건, *L. feeleii*에서 1건, *L. rubrilucens* 3건, *L. spiritensis* 1건 등 총 7개소에서 높은 수치의 MIC값($>1 \mu\text{g/mL}$)이 관찰되었다. Azithromycin에서 수치가 높은 경우 erythromycin에서도 동반으로 높은 수치의 MIC값이 관찰되었으며, 이 중 *L. rubrilucens* 1건에서는 azithromycin($3 \mu\text{g/mL}$), erythromycin($2 \mu\text{g/mL}$), clarithromycin($0.75 \mu\text{g/mL}$)에 대한 수치가 동시에 높게 나타났다.

주제어 : 레지오넬라증, 레지오넬라, 레지오넬라 뉴모필라, 항생제 감수성, MIC

호흡기바이러스 신속 진단법 개발 연구

김채은 · 방선재 · 조한길 · 장미정 · 오서인 · 김은영 · 김수진 · 김보미 · 박용배
북부지원 감염병조사팀

Developing method for rapid diagnosis of viral respiratory disease

Chae-Eun Kim Seon-Jae Bang, Han-Gil Jo, Mi-Jung Jang, Seo-In Oh, Eun-Young Kim,
Su-Jin Kim, Bo-Mi Kim and Yong-Bae Park
Infectious Disease Investigation Team in North Branch Division

Abstract : Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2), a novel coronavirus, was first identified as the etiology of pneumonia of unknown cause in patients from Wuhan of China, in December 2019. Since the first report of coronavirus disease 2019 (COVID-19), the disease became pandemic causing the large-scale outbreak all over the world. Diagnostic method of COVID-19 based on Real time Polymerase Chain Reaction (Realtime PCR), has shown high efficiency due to their sensitivity and specificity. However RT-PCR requires purification of the nucleic acid prior to detection, which is not only time-intensive but also costly. In this study, we aimed to optimize Direct RT-PCR for fast and correct diagnosis of COVID-19. We chose a PCR Master mix and optimized pre-heating condition. We have therefore developed Direct RT-PCR assay with high-sensitivity to detect COVID-19 directly from nasopharyngeal and oropharyngeal swabs. This optimized Direct RT-PCR method shows a high potential for diagnosis, and it is expected that this method can also be used to diagnose other viral disease.

keywords : respiratory viruses, COVID-19, Direct RT-PCR

요약 : 2019년 12월 말 중국 우한에서 처음 발견된 코로나바이러스-19(SARS-CoV-2)는 코로나바이러스감염증-19(COVID-19)를 유발하며 세계적인 대유행을 일으켰다. Realtime RT-PCR은 COVID-19를 진단하는 방법으로, 높은 민감도와 특이도를 가졌으나 핵산 추출과정이 선행되어야 하므로 시간적·비용적 소모가 큰 방법이다. 본 연구에서는 위의 문제점을 보완한 Direct RT-PCR 기반의 고민감도 코로나바이러스-19 신속 검사법을 개발하고자 했다. 이를 위해 Direct RT-PCR에 적합한 PCR Master mix와 열 전처리 조건을 선별했다. 본 연구 결과를 통해 최적화된 Direct RT-PCR은 진단에서 높은 잠재력을 보였으며 이 방법을 활용하여 타 바이러스의 진단에도 활용이 가능할것으로 예상 된다.

주제어 : 호흡기바이러스, COVID-19, 코로나바이러스감염증-19, Direct RT-PCR

경기북부 다중이용시설의 기상변화에 따른 실내공기질 특성 연구

최형주 · 이강혁 · 송희일 · 유한조 · 손해준 · 최인태 · 윤주연 · 위효빈 · 박용배
북부지원 대기환경팀

A Study on the Indoor Air Quality of Public Facilities by Weather Changes in Northern Gyeonggi province

Hyung-Joo Choi, Kang-Hyuk Lee, Hee-Il Song, Han-Jo You, In-Tae Choi, Joo-Yeon Yoon,
Hyo-Bin Wi, and Yong-Bae Park
Atmospheric Environment Team in North Branch

Abstract: In this study, we investigated effect of weather condition for indoor air quality (IAQ) by comparing concentration of total airborne bacteria (TAB). For this purpose, IAQ data (TAB concentration, temperature, relative humidity, and concentration of carbon dioxide) was analyzed of the 2 selected public facilities in northern Gyeonggi province from February to November in 2021. As a results of comparing IAQ on rainy day (n = 36) and sunny day (n=48), TAB concentration increased 1.8-2.4 times as relative humidity rose during rainfall. In case of analyzing IAQ during dry season (n = 18) and wet season (n = 9), TAB concentration increased 1.4-1.6 times as both relative humidity and temperature rose during rainy season. Because of ultraviolet sterilization and wet deposition, TAB concentration of outdoor was lower than that of indoor regardless of weather and season. When IAQ changes were observed before and after rain, TAB concentration which is influenced by relative humidity increased until the second day after rain, but decreased to the level before rain on the third day after rain. By conducting ventilation during rainfall, TAB concentration decreased to 53.7% due to replacement indoor air with outdoor air. Our finding could be useful for IAQ management of public facilities on rainy days.

Key Words: Total airborne bacteria, Rainfall, Wet season, Relative humidity, Indoor air quality

요약: 본 연구에서는 기상조건이 실내공기질에 미치는 영향을 알아보기 위하여 청천 시 및 우천 시 총부유세균(total airborne bacteria, TAB)의 농도를 비교하였다. 이를 위해 경기북부 다중이용시설 두 곳을 선정하여 2021년 2월부터 11월까지 실내공기질(TAB 농도, 온도, 상대습도, 이산화탄소 농도)을 분석하였다. 청천 시 36회, 우천 시 48회 실내공기질을 비교한 결과, 우천 시 상대습도가 상승하여 TAB 농도도 1.8-2.4배 증가하였다. 비장마철 9회, 장마철 18회 실내공기질을 분석한 경우, 장마철 상대습도 및 온도가 모두 상승함에 따라 TAB의 농도도 1.4-1.6배 증가하였다. 실외 TAB는 자외선 살균과 습성침착으로 기상 및 계절에 상관없이 실내시설보다 낮게 나타났다. 우천 전후 실내공기질 변화를 관측하였을 때, TAB는 상대습도의 영향을 받아 우천 후 2일까지 상승하였으나 우천 후 3일에 우천 전 수준으로 감소하였다. 우천 시 환기를 수행함에 따라 TAB의 농도는 53.7%까지 감소하였고, 이는 실내의 오염된 공기가 외부의 깨끗한 공기로 치환되었기 때문이다. 이번 연구결과는 우천 시 다중이용시설 실내공기질 관리에 유용하게 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

주제어: 총부유세균, 강우, 장마, 상대습도, 실내공기질

사업장 폐기물의 중금속 함유량과 특성에 관한 조사연구

박경수 · 임흥빈 · 이상수 · 고순미 · 양지훈
북부지원 토양분석팀

A study on the Contents and Characteristics of Heavy Metals in Industrial Wastes

Gyoung-Su Park, Heung-Bin Im, Sang-Soo Lee, Soon-Mi Go, Ji-Hoon Yang
Soil Analysis Team in North Branch

Abstract : In this study, the contents and characteristics of six heavy metals regulated as hazardous substances were analyzed in 875 industrial wastes commissioned to the Gyeonggi Institute of Health and Environment for three years from 2018. As for the types of waste, sludge was the most common (53.7%), followed by flooring (19.2%), fly ash (12.5%), waste soil (12.2%), wasted adsorbent and absorbent (2.4%). As a result of the analysis, the designated wastes generation rate was 11.0%, and the detection frequency of each heavy metal followed the order of Pb (31.7%), Cd (24.6%), Hg (20.6%), Cr+6 (11.9%), Cu (10.3%), and As (0.9%). The detection ranges were Pb 3.28~181.18 mg/L, Cd 0.316~407.110 mg/L, Hg 0.0107~3.2178 mg/L, Cr⁺⁶ 1.93~89.06 mg/L, Cu 3.394~609.252 mg/L and the average concentration were Pb 29.03 mg/L, Cd 28.159 mg/L, Hg 0.6967 mg/L, Cr+6 11.91 mg/L, Cu 100.225 mg/L. Six heavy metals regulated by the Wastes Control Act were detected at relatively high levels in the fly ash of the incineration facilities. In particular, the detection frequency of Pb, Cu, and Cd was high, so particles generated from incineration facilities are considered the main cause of hazardous heavy metal emissions. In order to minimize environmental pollution caused by waste treatment, policies to curb waste generation itself should be prioritized by actively expanding recycling and energy recovery methods for generated wastes.

Keywords : Industrial wastes, Heavy metals

요약 : 본 연구는 경기도지역 사업장에서 발생한 폐기물 중 2018부터 3년간 경기도보건환경연구원에 의뢰된 폐기물 875건을 대상으로 중금속 규제항목인 6개 항목에 대하여 중금속 함유량과 특성에 관한 조사연구를 수행하였다. 폐기물 종류로는오니류가 53.7%로 가장 많았고 바닥재(19.2%), 비산재(12.5%), 폐토사(12.2%), 폐흡착제 및 폐흡수제(2.4%) 순으로 나타났다. 조사결과 지정폐기물의 발생 비율은 11.0%로 나타났으며 항목별 검출 빈도는 Pb(31.7%), Cd(24.6%), Hg(20.6%), Cr+6(11.9%), Cu(10.3%), As(0.9%) 순으로 높았으며 검출농도 범위는 Pb 3.28~181.18 mg/L, Cd 0.316~407.110 mg/L, Hg 0.0107~3.2178 mg/L, Cr⁺⁶ 1.93~89.06 mg/L, Cu 3.394~609.252 mg/L 이며, 지정폐기물 항목별 평균농도는 Pb 29.03 mg/L, Cd 28.159 mg/L, Hg 0.6967 mg/L, Cr+6 11.91 mg/L, Cu 100.225 mg/L 농도로 나타났다. 소각시설의 비산재에서 폐기물관리법 중금속 규제항목 6개 항목이 상대적으로 높게 검출되었으며 특히 Pb, Cu, Cd 항목의 검출 빈도가 높게 나와 소각시설에서 발생한 입자가 유해중금속 배출의 주요 원인으로 판단된다. 폐기물 처리로 인한 환경오염을 최소화하기 위해서는 발생한 폐기물에 대한 재활용 및 에너지 회수 방식을 적극적으로 확대하여 폐기물 발생 자체를 억제하는 정책이 우선되어야 할 것이다.

주제어 : 사업장 폐기물, 중금속

신천 수계로 유입되는 폐수의 주요 수질오염물질 분포실태 조사

이현진 · 정은희 · 김태열 · 김재광 · 김지영 · 송지영 · 윤수현 · 김혜린 · 이상희 · 박용배
북부지원 수질환경팀

A Survey on the Distribution of Major Water Pollutants in Wastewater Flowing into the Shincheon Water System

hyun-jin Lee, eun-hee Jung, tae-yuel Kim, jae-kwang Kim, ji-young Kim, ji-young Song,
su-hyeon Yun, hye-rin Kim, sang-hee Lee and yong-bae Park
Water Environment Team in North Branch

Abstract : In order to find out the types of water pollutants flowing into the Shincheon water system, inflow and discharged wastewater of public wastewater treatment facilities were monitored over about a year. Wastewater discharged from the textile manufacturing and dyeing industries, which are the major industries in northern Gyeonggi province, were also analyzed during the same period. As a result, nickel, copper, zinc, antimony, etc. among heavy metals were detected at high frequencies, and dichloromethane, a volatile organic compound, was often detected. In addition, a number of newly designated water pollutants after 2008 were contained in that wastewater, and some of them exceeded the emission allowance standard. Therefore, to protect the water quality of the Shincheon, it is necessary to be interested in not only organic substances but also recently designated pollutants and make efforts to reduce its emissions.

Key words: specified substances harmful to the quality of water, Sincheon, public wastewater treatment facilities

요약: 이 연구에서는 신천 수계로 유입되는 수질오염물질을 파악하고자 약 1년에 걸쳐 공공하폐수처리시설 유입 원수와 방류수 및 경기 북부지역 주요 업종인 섬유제조, 염색 및 세탁업 사업장 배출폐수를 모니터링하였다. 그 결과 중금속 중 니켈, 구리, 아연, 안티몬 등이 높은 빈도로 검출되었고 휘발성유기화합물 중에서는 디클로로메탄이 종종 검출되기도 하였다. 그 이외에도 신천 수계로 유입되는 오염물질 중 2008년 이후 신규 지정된 수질오염물질이 다수 포함되어 있었으며 배출허용기준을 초과하는 경우도 관찰되었다. 따라서 배출오염물질 관리와 하천 수계 보호를 위해 유기물 뿐만 아니라 최근에 지정된 신규 수질오염물질에 대해서도 관심을 가지고 배출량 감소를 위한 적극적인 노력이 필요하다.

주제어: 특정수질오염물질, 신천, 공공하폐수처리시설

지리가중 회귀분석법을 이용한 지하수 중 라돈 농도 예측
 김영연 · 김현 · 정종필 · 신형순 · 임윤정 · 윤서영 · 임삼화 · 이호정 · 박서정 · 김문정 · 박용배 ·
 이경희 · 한송희 · 정승규 · 김희영 · 조현진 · 류형렬 · 최일우 · 오조교

경기도보건환경연구원 북부지원 먹는물검사팀
 경기도보건환경연구원 물안전성검사항목

Prediction of Radon-222 in Groundwater using Geographically Weighted Regression

Young-Yeon Kim, Hyeon Kim, Jong-Pil Jung, Hyeong-Sun Shin, Yoon-Jung Im, Seo-Young Yoon, Sam-Hwa Im, Ho-Jung Lee, Seo-Jeong Park, Mun-Jeong Kim, Yong-Bae Park, Kyong-Hee Lee, Song-Hee Han, Seung-Kyu Jeong, Hee-Young Kim, Hyun-Jin Jo, Hyeung-Rial Ryu, Il-Woo Choi and Jo-Gyo Oh
 Drinking Water Analysis Team in Gyeonggi Province Institute of Health and Environment North Branch
 Drinking water Safety Team in Gyeonggi Province Institute of Health and Environment

Abstract: This study aims to confirm the predictability of radon concentration in Gyeonggi-do groundwater through statistical prediction analysis by comparatively analyzing the ordinary least-squares (OLS) regression method and the geographically weighted regression (GWR) method. Radon was measured in 2,110 groundwater (694 small-scale water supply facilities and 1,416 civil defense emergency water supply facilities). 8 Environmental factors (type of bedrock, fault density, drainage grade, subsoil gravel content, groundwater use, thermal conductivity, well depth, and precipitation) were selected to be used as explanatory variables for predicting radon in groundwater. The data were applied to the prediction method after pre-processing such as variable transformation, missing value removal, and outlier removal, etc. Adjusted R-squared of OLS regression method was 0.24, which had low explanatory power and was unsatisfactory with the basic assumption. Spatial analysis revealed these data appeared an appropriate point density and cluster distribution, and spatial autocorrelation (Moran's I: 0.35) shows that spatial prediction can be conducted. GWR was performed using the principal component variables processed by principal component analysis as new variables in order to solve the multicollinearity of explanatory variables that appeared in least squares regression analysis. As a result, the adjusted R-squared of GWR was 0.54, which was more than double the explanatory power of OLS. Therefore, when predicting the radon concentration in groundwater, GWR is more appropriate than OLS, and it is expected that a new prediction model can be implemented using the selected principal component variables.

Key Words: Groundwater, Radon, Natural radioactive material, Geographically weighted regression

요약: 본 연구는 통상최소제곱근 회귀분석법과 지리가중 회귀분석법으로 경기도 지하수 중 라돈 농도를 예측하고 비교분석함으로써 통계 분석을 통한 지하수 중 라돈 농도 예측 가능성을 확인하고자 했다. 경기도 소규모 수도시설 694개와 민방위 비상급수시설 1,416개로 총 2,110개의 지하수 중 라돈을 측정하였다. 라돈과의 상관관계가 있는 환경인자로 기반암, 단층 밀도, 배수등급, 심토자갈함량등급, 지하수 용도, 열 전도도, 관정 심도, 강우량을 선정했고 이를 설명변수로 사용하였다. 변수 변환, 결측치 제거, 이상치 제거 등 자료 전처리 후 자료를 예측 방법에 적용했다. 통상최소제곱근 회귀분석법을 적용했을 때 Adjusted R-squared는 0.24로 설명력이 낮고 기본 가정을 불만족했다. 새로운 예측 모형인 공간 예측 모형인 지리가중 회귀분석법을 적용하기 위해 공간 분석에 적절한 자료인지 분석한 결과, 점 밀도가 적절한 군집 분포이고, Moran's I 지수가 0.35로 공간자기상관성이 있어 공간 예측 적용이 적절했다. 통상최소제곱근 회귀분석법에서 나타났던 설명변수의 다중공선성을 해결하기 위해 주성분 분석 처리한 주성분 변수를 새로운 변수로 사용하여 지리가중 회귀분석을 실시했다. 그 결과, Adjusted R-squared는 0.54로 통상최소제곱근 회귀분석법의 설명력보다 2배 이상 개선되었다. 따라서 지하수 중 라돈 농도를 예측할 때 통상최소제곱근 회귀분석법보다 지리가중 회귀분석법이 적절하고, 선정된 주성분 변수를 활용하여 새로운 예측 모형을 실시할 수 있을 것으로 보인다.

주제어: 지하수, 라돈, 자연방사성물질, 지리가중 회귀분석

경기도보건환경연구원보 제34권, 2021년

부 록

- 투고논문 작성지침
- 부서별 전화번호

투고논문 작성요령

1. 기본 사항

투고논문 작성요령은 경기도보건환경연구원보에 투고하는 논문이 동일한 체계로 작성되는 것을 돕기 위해 상세하게 서술한 것임.

- 이하의 모든 사항은 hwp2005 program을 기준으로 하였음.
- 이하의 지침은 대부분 (*Water Research / Water science & technology*)기준지침을 사용하였으며 다른 표현이 없을 경우 투고규정을 준수하기 바람.

2. 원고 작성 서체

- 한글의 경우는 함초롱바탕, 영문의 경우는 Times New Roman체 사용(IAWQ기준).
- 일문, 한자의 경우 함초롱바탕 사용.
- 문단 배정, 즉 본문의 경우 10 point 크기를 사용하며 줄간격은 160으로 한다.
단 제목 함초롱돋움 12 point, 진하게 표현하며 이름, 소속, 본문형식(서론, 재료 및 방법, 결론 등등)은 함초롱돋움 11 point, 진하게 표현한다.

3. 출력지면

- 인쇄 용지종류는 A4 용지이며 여백설정은 위 20, 머리말 15, 좌우 25, 아래 15, 꼬리 15로 설정.
- 단행본 연구간행물의 경우에도 이를 준용한다.

4. 논문의 구성 / 본문작성 일반원칙

- 논문의 본문 형식(큰제목)은 아래의 양식과 동일하게 함. 글자(함초롱돋움)는 크기 11 point, 진하게, 문단은 가운데로 수정
 1. 서론
 2. 실험방법(또는 재료 및 방법)
 3. 결과 및 고찰
 4. 결론
 5. 감사의 말씀(생략해도 됨)

참고문헌
부록
- 이후의 작은 제목은 1, 2, 3, → 1.1, 2.1, 3.1 → 1.1.1, 2.1.1, 3.1.1 → (1), (2), (3) 순으로 글자(함초롱돋움) 크기 10 point, 진하게 표현.
- 영어로 시작되는 문장의 맨 첫 글자는 대문자.
- 한글 문장 중에 삽입되는 영어 단어의 첫 글자는 고유명사가 아닌 경우에는 무조건 소문자로 시작.

- 괄호로 끝나는 문장은 괄호를 닫고 마침표(.)를 찍는다.

이는 참고문헌의 첨자에도 적용/참고문헌이 3개 이상 연속된 것일 경우 첨자에 이음줄(-) 이용 (식품과학과 산업誌, 한국식품위생안전성학회誌 참조).

ex) ~인 주장이 있었다(Zinder, 1986).

~로 알려져 있다¹¹⁾. / ~인 실험들이 주류를 이룬다⁵⁻¹²⁾.

- 영어 및 한글은 공의 문장(sentence)사이에는 한칸을 띄운다.
- 문장에 포함되는 단위를 포함한 숫자와 단위 사이에는 한 칸을 띄운다. 단위는 될 수 있는 한 문자표를 이용한다. 단 예외적으로 % 및 °C는 숫자와 붙인다.

○	×	○	×
3 mg/L	3mg/ℓ	5 kg COD/d.m ³	5KgCOD/d.m ³
15.7°C	15.7 °C	30,000 m	30000m
30%	30 %	t = 235 day	t=235day

5. 표 작성

- 모든 내용은 영어 표기를 원칙으로 하며, 한글 작성표는 특수한 경우에 한한다.
- 표는 본문에 언급된 다음 paragraph 또는 page에 순서대로 필히 나타나야 한다.
- 표 작성시 작성 예
 - ① Table 숫자다음에는 점을 찍는다(예; Table 1.).
 - ② 표 제목은 첫 자만 대문자로 사용하고 나머지는 소문자로 한다
 - ③ 제목 끝에는 마침표(.)를 찍지 않는다.
 - ④ 제목이 길어질 경우에는 표 제목의 첫 자와 동일한 위치에 오도록 조정한다.
(제목 첫 자 바로 앞에서 Shift키와 Tap키를 함께 눌러주면 된다).
 - ⑤ 표제목의 경우 캡션기능을 사용하고, 표 자체를 고치기에서 일반글자처럼 취급으로 하는 것도 좋은 방법임. 제목은 표의 위쪽으로 왼쪽정렬을 한다.
 - ⑥ 표는 지면에서 가운데 맞춤을 사용한다.
 - ⑦ 표의 각주(예외규정표시)는 표의 전체 폭을 넘여가지 않도록 하고 글자크기는 약간 작아도 무방하다.
 - ⑧ 표 내부의 선은 원칙적으로 실선을 사용하고 옆줄(세로 선)은 사용하지 않는다.
표의 맨 윗줄은 제목과의 분별을 위해서 진한 선을 사용한다.
 - ⑨ 표의 내용은 셀모양의 가운데 맞춤을 사용하고 숫자의 경우 보기에 좋도록 우측 맞춤을 사용할 수 있다.

예)

Table 4. Effects of temperature on kinetic constant, k on the basis of experimental condition

Temp. °C*	k , day ⁻¹	Remarks
5	0.50	No sludge discard
10	0.75	-
15	0.99	-

* Operation temperature of lab plant installed in the Department of Environmental Engineering, Korea University.

6. 그림 작성 요령

- 그림은 plot일 경우에 사용된 기호(legend)가 다른 plot에서도 동일한 data로 표현됨을 원칙으로 한다.
- 기호는 될 수 있는 한 plot안에 있어야 하며 나갈 수도 있다.
- 그림은 될 수 있는 한 문서에 포함시키며 그림 전체를 선택후 오른쪽 마우스키를 누르고 고치기에 가서 "일반글자처럼" 취급을 선택한다.
- 그림의 제목은 다음과 같이 한다.
 - ① Fig. 숫자 다음에 점을 찍는다(ex; Fig. 1.)
 - ② 제목 문장 맨끝에 마침표(.)를 찍는다.
 - ③ 제목이 길어질 경우에는 표 제목의 첫 자와 동일한 위치에 오도록 조정한다.
(제목 첫 자 바로 앞에서 Shift키와 Tab키를 함께 눌러주면 된다).
- 실험자료를 plotting할 경우
 - ① y축의 경우 설명 혹은 축제목은 y축과 평행하게 한다.
 - ② x/y축 tick(축내 단위간격)은 일반적으로 그림 안쪽으로 가야한다.
 - ③ 그림에 사용되는 선의 굵기는 복사시를 대비하여 너무 가는 선을 사용하지 않는다.
tick 간격은 너무 조밀하거나 넓지 않도록 하고 숫자는 소수점으로 표시할 경우 소수점 자리가 될 수 있으면 적게 한다.
 - ④ 모든 plot에는 단위가 필히 사용되어야 하며 단위가 없는 것은 일단 'dimensionless'를 기입하여 단위문제를 명확히 한다. 예를 들어 absorbance를 기입할 경우 @660 nm라는 부가적인 측정단위를 필히 기입할 것(pH의 경우도 다른 것과 함께 plot에 사용할 경우 각주를 주어 단위가 없는 것을 알려야 할 것으로 사료됨).

그림의 외곽선은 큰 문제 않됨

Fig. 7. The influent and effluent COD data of the second ASP system operated in the Korea University.

7. 참고문헌 작성 요령

- 본문에 인용된 참고문헌은 해당되는 단어의 오른쪽 어깨에 아라비아 숫자와 반괄호로 표기하며 인용된 순서대로 일련번호를 붙여서 참고문헌에 표시한다.
- 외부 학회지에 투고를 계획하는 경우, 투고 예정 학회지의 참고문헌 규정을 준용하여도 된다.

① 학위논문인 경우

Alphennar, P. A. (1994), Anaerobic granular sludge: chraterization and factors affection its function. PhD. Dissertation. Department of Environmental Technology, Agriculture University, Wageningen, The Nedelands.

- first name과 middle initial은 "."을 찍고 그사이에는 한 칸씩 띄운다. 자세히 볼 것.
- 연도는 last name 다음에 괄호속에 넣고 ","을 찍는다. 제목 중 ":"은 앞 단어와는 붙이지만 다음 단어와는 단지 한 칸만 띄운다.
- 제목이 끝나면 ","을 찍는다.
- 학위논문은 학과, 대학, 소재지를 필히 기입하여야 한다.
- 그리고 마지막에 "."을 찍는다.

② 학술지 인용시

Meiberg, J. B. M., Bruinenberg, P. M., and Harber, W. (1980), Effects of dissolved oxygen tension on the metabolism of metylated amines in *Hyphomicrobium* X in the absence and presence of nitrate: evidence for aerobic denitrification, *J. Gen. Microbiol.* **120(5)**, pp. 453-463.

- 위 원칙과 유사하다. 공동집필의 경우 모든 집필자를 쓴다. Co-author사이에는 ","를 찍으며 마지막 co-author 앞에 "and"를 쓴다.
- 잡지명은 학술지명 세계공통약어집에 EK라 약어로 된 italic체로 쓴다.
- Volume(권수) 숫자는 진하게 쓰고 issue number(발행호수)가 있으면 ()안에 쓰고 다음에 ","한다.
- Page수 다음에 "."찍는다.
- 미생물 학명은 이탤릭체로 쓴다.

③ 단행본 내 article 인용시

Zinder, S. H. (1986b), Thermophilic wastewater treatment systems. In: *Thermophilies: General, Molcular and Apllied Biology*, T. D. Brock and E. R. Halls(Eds), Wiley-Interscience, New York, pp. 257-277.

- 단행본 중 article을 인용하는 경우는 다소 상이하다. 위 보기는 Wiley-Interscience출판사의 뉴욕판 Thermohiles란 책이름의 단행본 내 Zinder가 집필한 "Thermophilic wastewater treatment systems"란 논문을 인용한 예이다.
- 단행본 제목은 위 보기와 같이 italic체로 쓴다.
- 단행본 편집자(editor)들은 first name initial을 먼저 쓴다. 그리고 editor들을 의미하는 (Eds)를 쓴다. 만약editor가 한명이면"(Ed)"이다.
- 출판사명과 출판지는 필히 기입하여야 한다.

- 단행본에서 citation한 부분의 page 범위는 “pp.”로 꼭 나타내고 page 수 사이는 “_”로 표시하고 “pp.”과 page수 사이는 한칸 뗀다.
- 동일 저자가 같은 연도에 2개 이상의 문헌을 발표하였고 이를 인용하고자 한다면 연도다음에 ‘a,b,c...’으로 구분한다.

④ 학술발표지(proceeding)인 경우

El-Mamouni, R., Rouleau, D., Meyer, G., Guuiot, S. R. and Samson, R. (1992), Comparison of novel multiply anaerobic reactor with UASB. In: *Proc. of 46th Industrial Waste Conference*, C. S. Dalton and R. F. Wukach(Eds), Lewis Publishers, Chelsea, Michigan, USA, pp. 681-687.

- 위 요령과 유사하다.
- Proceeding은 약어로 이탤릭체로 쓰며 편집자를 필히 쓴다.

⑤ 보고서 인용의 경우

STOWA (1992), Treatment of nitrogen-rich return flows of sewage treatment plants, STOWA report 96-01(in Dutch).

- 출판한 위원회나 단체명이 앞부분에 약어 또는 full-name으로 기재한다.
- Report number등 참고 가능한 data를 기재한다. ISBN number를 사용하는 것도 좋다.

⑥ 단행본의 경우

Metcalf & Eddy (1991), *Wastewater engineering: treatment, disposal and reuse*. 3rd edition, McGraw Hill Inc., New York.

- 책명은 이탤릭체로 쓴다.
- 판수(edition)가 있으면 필히 기입하여야 한다.
- 출판사 및 출판사 명을 필히 기입한다.

※ 다음은 한글과 일본 그리고 영문중 법안이나 규정인 또는 EPA같은 공공기관 문서 및 학술 발표 논문집인 경우 투고규정이나 예시문에 잘 표현이 안된 부분이 많아 아래의 예를 제안함.

- ① 물론 인용시 원문의 제목의 해당 국가의 원어를 사용한다. 물론 영문부제목을 사용하더라도 무방 참고문헌 마지막에 일본문헌인 경우“(in Japan)”과 같은 표현을 넣어준다.

예) 大野吉雄, 小川秀興, 吉川公彦. (1983), *新しい皮膚の生理と安全性-接觸化學物質の毒性評價*. 第1版, 清室書院, pp. 1-272, 日本.

- ② 학위논문인 경우

예) 임정현 (1999), 원유 및 유제품에 *Bacillus cereus*의 분포 및 특성에 관한 연구, 서울대학교석사학위논문.

③ 학술지 인용시

박춘호, 김용기, 오평수 (1991), 방향족 화합물이 함유된 폐수의 생물학 처리, *산업생물학회지* **19**, 631-639.

④ 학술발표지인 경우

김권일 (1996), R/O막을 이용한 먹는 물 처리. *제3회 춘계 한국 막 학회 심포지움*, pp. 23-27.

⑤ 한글/영문의 공공기관 발행문서의 경우

환경부 (1998), 환경오염공정시험법, 3판, 동화기술, 서울, pp. 187-195.

WHO (1992), Review of the safty and nutrititonal adequacy of irradiaed food, WHO/HP

부서별 전화번호

* 지역번호 031

부	서	전 화 번 호	부	서	전 화 번 호
원	장	031)250-2501	대 기 화 학 팀		031)250-2612
민	원 실	250-2600	생 활 환 경 팀		250-2622
운	영 지 원 과 장	250-2505	토 양 분 석 팀		250-2632
총	무 팀	250-2508	미 세 먼 지 연 구 부 장		250-5090
경	리 팀	250-2504	측 정 망 운 영 팀		250-2592
식	품 의 약 품 연 구 부 장	250-2540	미 세 먼 지 분 석 팀		250-5012
보	건 연 구 기 획 팀	250-2581	모 델 링 연 구 팀		250-5061
식	품 분 석 팀	250-2571	실 내 공 기 질 팀		250-2628
첨	가 물 분 석 팀	250-2576	물 환 경 연 구 부 장		250-2650
의	약 품 분 석 팀	250-2561	유 역 환 경 조 사 팀		250-2652
미	생 물 팀	250-2542	산 업 폐 수 팀		250-2661
감	염 병 연 구 부 장	250-5001	생 활 하 수 팀		250-2674
감	염 병 조 사 팀	250-5078	먹 는 물 검 사 팀		250-2684
수	인 성 질 환 팀	250-2532	물 안 전 성 검 사 팀		250-2686
면	역 진 단 팀	250-5003	물 환 경 생 태 팀		250-2691
신	종 감 염 병 팀	250-2551	북 부 지 원 장		8030-5910
농	수 산 물 검 사 부 장	290-6600	행 정 지 원 팀		8030-5914
농	수 산 물 안 전 성 검 사 팀	290-6681	식 품 분 석 팀		8030-5932
수	원 농 수 산 물 검 사 소	290-6616	미 생 물 검 사 팀		8030-5922
구	리 농 수 산 물 검 사 소	290-6621	감 염 병 조 사 팀		8030-5792
안	양 농 수 산 물 검 사 소	290-6641	대 기 환 경 팀		8030-5942
안	산 농 수 산 물 검 사 소	290-6671	토 양 분 석 팀		8030-5952
대	기 환 경 연 구 부 장	250-2590	수 질 환 경 팀		8030-5972
환	경 연 구 기 획 팀	250-2642	먹 는 물 검 사 팀		8030-5963

□ 본 원

주 소: 경기도 수원시 권선구 칠보로 1번길 62

대표전화: (031) 250-2600

F A X: (031) 250-2610

□ 북부지원

주 소: 경기도 의정부시 청사로 1

대표전화: (031) 8030-5916

F A X: (031) 8030-5919

□ 연구원 홈페이지 주소 : http://www.gg.go.kr/gg_health

2021년도 경기도보건환경연구원보

발 행 처 경기도보건환경연구원
발 행 일 2022년 5월
주 소 경기도 수원시 권선구 칠보로 1번길 62 (경기도보건환경연구원)
전 화 (031) 250-2510
발간등록번호 71-6410578-000015-10

본 저작물의 출판, 저작권 및 판권은 경기도에 있습니다.
저작권법에 의하여 저작권자의 동의없이 무단 전재 및 복제를 금합니다.



경기도보건환경연구원