GOVP1200204013

(19th)

637.1
L293o

KRISS/IR--2001-108

최종 연구보고서

우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구

A Study on the Establishment of Milk Flow Measurement Standard for Commercial Transactions

연 구 기 관

한국표준과학연구원

농 림 부

2016/01/19 16:13-운영지원과/허민지

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 "우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구" 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2001 . 12 . 15 .

주관연구기관명 : 한국표준과학연구원

총괄연구책임자 : 이 광 복

연 구 원 : 임 기 원

연 구 원 : 윤 병 로

연 구 원 : 이 생 희

협동연구기관명 : 서울우유협동조합

협동연구책임자 : 표 수 일

연 구 원 : 정 재 호

연 구 원 : 이 상 학

연 구 원 : 홍 수 근

연 구 원 : 강 기 송

요 약 문

Ⅰ. 제 목

우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구

Ⅱ. 연구개발의 목적 및 중요성

1. 연구개발의 목적

1998년 12월 31일자로 개정 공포된 낙농진흥법 시행령, 시행규칙에 따라 집유일원화가 법적으로는 시행되고 있으나 기술적인 뒷받침이 제대로 따라주지 못하고 있어서 본 연구를 통하여 제정된 낙농진흥법의 시행을 위한 기술적이고도 체계적인 뒷받침과 구체적 보완책을 마련하고자 하는 것이 본 연구의 기본적인 목적이며 그 최종적인 목표는 집유기기의 정확도 검증 방법과 관리체계를 확립하고 이를 바탕으로 우유 계량 및 거래의 표준화를 정립하는 것이다.

2. 연구개발의 중요성

국내의 연간 우유 총생산량은 '98년 추정 약 2,00만 톤이며 1인당 연간 음용유 및 유제품소비량은 약 56 kg으로 생산량과 소비량 모두 지속적으로 증가하여 그 거래 규모가 점점 커지고 있는 실정이다.

우유의 대량 생산과 대량 소비가 이루어지고 있는 상황에서 개정 공포된 낙농진흥법 시행령, 시행규칙에 따라 '99년부터는 집유일원화가 시작되었으며 이에 따라 원유의 계량에 대한 관심이 급속히 높아지고 있다.

현재 전국에서 집유업무에 사용되고 있는 유량계(집유기기)는 사용년수가 오래된 상태이며 기기의 정기적인 교정검사와 정품의 부품 교체 등이 제대로 실시되고 있지 않아서 집유기기의 특성을 분석하고 사용조건에 따른 불확도를 평가하여 전 집유과정에서의 측정기준을 정립하고 정확도를 확보하는 것이 낙농산업 발전을 위해서도 시급히 요청되고 있다.

이미 주식화 되어 있는 우유는 매일 약 5천 톤이 생산되어 국민의 식탁에 오르고 있다. 원유의 질적인 면에서는 검사방법의 표준화와 법적인 뒷받침이 이루어지면서 낙농 선진국 수준에 도달하는 등 큰 발전을 이루어 냈으나 아직까지 원유의 계량 면에서는 질적 수준의 향상만큼 따라가지 못하고 있는 것이 현실이다.

계량결과에 의해 유대를 지불 받고 있는 낙농가의 현실을 감안할 때 유량 측정은 곧 돈의 측정이며 측정의 정확도와 신뢰성 확보는 시급한 과제이다.

III. 연구개발 내용 및 범위

국내의 낙농가와 원유수요자 사이에 행해지고 있는 유량계를 이용한 우유유량측정 거래실태에 관한 자료를 수집하고 독일 연방물리청(PTB) 및 디셀(DIESSEL)사 등 선진국의 관련기관과 낙농현장을 직접 방문하여 집유기기 검사 및 우유유량측정에 관한 기술적인 현황과 자료를 수집하였다.

본 연구 수행과 실험결과의 신뢰성을 확보하고 앞으로 국내 유업체들의 실험시설의 표본케이스가 될 수 있는 서울우유의 집유기기 교정검사 시스템이 가지고 있는 문제점을 정밀 검토하고 ISO에서 새롭게 제시된 불확도 산정 가이드에 의해서 불확도를 정확히 재평가하였다.

집유업무에 사용되고 있는 유량계와 집유기기에 대한 유량실험을 통하여 집유기기 부품별 사용기간 설정과 최적 교체 주기 설정을 위한 실험을 실시하였다.

생산원유의 유량 계량단위, 유대 지급단위, 제품 판매 단위 등 우유 거래 단위의 이원화에 따른 문제점을 정밀 분석하고 분석된 자료를 토대로 실제 거래 현장을 점검하고 사용되는 유량계 또는 집유기기의 특성 등을 종합 검토하여 유량환산계수의 근본적 사용지침에 대하여 연구하였다.

수행된 연구결과를 근거로 하여 우유유량계, 집유기기 등에 대한 표준교정 절차를 제정하였으며 본 연구의 최종목표인 우유거래 표준화 방안을 정립하고 제시하였다.

Ⅳ. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

현재 국내에서 유일하게 운용중인 서울우유의 집유유량계 교정검사시스템의 동작특성을 분석하고 ISO에서 새롭게 제시한 방법에 따라 불확도를 재평가하였다. 이는 앞으로 추진하게 될 우유계량에 관한 표준체계 확립을 위한 표본으로 활용한다.

집유유량계 및 집유기기를 대상으로 수행된 유량실험 결과는 미터의 노후화 등에 의한 유량측정오차를 최소화하기 위한 관리자료로 활용한다.

생산 원유는 부피로 계량하고 집유된 원유량은 무게로 환산하여 유대가 지급되며 실제 최종 소비자에게는 다시 부피의 계량단위로 판매되고 있는 이원화된 현재의 거래관행에 따라 사용되고 있는 유량환산계수의 문제점을 심층적으로

검토하였다. 그 결과 사용의 본질적인 의미가 제대로 반영되지 못한 채 거래의 혼란만 초래하고 있었다. 다행히 연구기간중 낙농진흥회에서 자체적으로 단일값 설정을 합의하였다. 본 연구 수행결과 우유의 계량단위 그리고 유대의 지급단위는 교정에 대한 소급성이 유지되는 집유기기로 측정한 부피유량에 의해 이루어 지도록 하는 것이 가장 합리적이고 정확한 표준체계임을 확인하였다.

수집자료와 실험결과 등을 근거로 제정된 교정절차서는 우유계량의 표준체계 확립 및 우유계량과 거래의 정확도유지를 위한 기본규격으로 활용하고 새로운 정도검사체계 설정의 근거를 마련하는데 활용한다.

현재 집유기기는 축산물가공처리법 및 낙농진흥회의 관련규정에 따라 교정검사 와 정도시험을 각각 년1회 시행토록 되어있느나 현재 실행하고 있는 집유기기의 교정검사 방법이 집유기기의 정확도를 실질적이고 효과적으로 보장하기 어려운 점이 있다. 따라서 현재 실시하고 있는 교정검사를 제외하고 국가표준과 소급성를 유지하고 있는 낙농진흥회의 집유기기 정도관리규정에 의한 정도시험만으로 집유기기의 정도관리 체제를 일원화 하는 것이 무방하고 더욱 경제적 이점이 있을 것으로 판단된다.

본 연구결과는 우유 유량측정의 정확도 향상 및 식음료 유량측정에 대한 기초기술 확보에 기여할 것이다. 또한 집유기기에 대한 진보적인 관리체계와 관련부품 및 측정산업의 기술수준을 향상시키는데 일조 할 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구결과의 활용으로 낙농가 및 집유조합과 유업체간의 거래의 신뢰성이 크게 향상될 것이며 이는 민원과 불만의 해소에 효과가 클 것이다.

SUMMARY

I. Title of Research

A Study on the Establishment of Milk Flow Measurement Standard for Commercial Transactions

II. Conclusions of Research

Milk collecting method has been unifying legalistically according to the enforcement regulations of dairy farming promotion law revised and announced on December 31, 1998. But it has not been fully supported technically.

The purpose of this research is to provide systematic and concrete method of technical support for the operation of dairy farming promotion law. Finally to provide the accurate verification method of milk collecting system and to establish of milk flow measurement standard for commercial transactions.

III. Discussion of Conclusion of research and its Utilization

The dedicated milk meter calibration system of Seoul Milk is analyzed of its operational characteristics, and is revaluated of its uncertainty using the procedure of the renewed submission from the ISO. It enables the usage of the genuine for the milk meter calibration system that will be promoted, reducing the trial error.

The experimental results representing the milk meter and milk collecting system will be used for the crucial data to reduce the flow metering error.

The provided raw milk is measured by the volume. Then it is conversed by the weight and to it's price. In present, the product is sold by the volume-metered scale.

The present status of the quantity conversion factors used for this purpose has been deeply examined. We found that the conversion factors bring about chaotic results in transactions. Fortunately the representative conversion factor was agreed with the members of Korea Dairy Committee.

The research results show that the milk metering and it's transactions should be done by the volume measurements using milk metering system which traceable to the national standards system.

The calibration procedure and regulating process enactment, based on the collected data and the experience result, should be standardized till the establishment of the milk flow measurement standard is settled.

The research results will contribute to improvement of milk and beverage flow measurement accuracy. The development of the technology derived from the research results could lead to the milk people's economy level as well as the fair settlement between the company and the customer.

CONTENTS

Chapter 1. Introduction 13

Section 1. Background 13
Section 2. Objectives 16
Section 3. Contents and method 17

Chapter 2. Aspects and analysis in milk flow measurement and transactions in Korea and foreign countries 17

Section 1. Aspects in Korea 17
Section 2. Aspects in foreign countries 23

Chapter 3. Performance and uncertainty evaluations of milk meter calibration system 28

Section 1. System evaluation 28
Section 2. Uncertainty 32

Chapter 4. Milk quantity conversion factor 38

Section 1. Physical properties and flow characteristics of milk 38
Section 2. Actual meanings of milk quantity conversion factor 39
Section 3. Suggestion 41

Chapter 5. Flow tests on milk meters and collecting systems 43

Section 1. Basic calibration 43

Section 2. Field test 50

Chapter 6. Establishment of calibration procedures 57

Section 1. Milk meter calibration procedure 57

Section 2. Field test procedure 77

Chapter 7. Results and conclusions 93

Section 1. Outcomes 93

Section 2. Practicability 94

목 차

제 1 장 서 론 13

제1절 연구의 배경 13
제2절 연구목표 16
제3절 연구의 내용 및 방법 17

제 2 장 우유계량 및 거래에 관한 실태 조사 19

제1절 국내현황 19
제2절 국외현황 23

제 3 장 집유기기 교정검사시스템 성능 및 불확도 평가 28

제1절 시스템의 구성 및 성능 검토 28
제2절 불확도 평가 32

제 4 장 유량환산계수 38

제1절 우유의 물성과 유동 특성 38
제2절 유량환산계수의 실질적 의미 39
제3절 유량환산계수에 대한 제안 41

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

제 5 장 집유기기에 대한 유량특성 실험 43

제1절 기본특성 실험 43
제2절 현장교정 실험 50

제 6 장 교정절차서 제정 57

제1절 집유유량계 교정절차 57
제2절 현장교정 지침 77

제 7 장 결론 및 요약 93

제1절 연구개발 결과 요약 93
제2절 연구개발 결과의 활용 및 건의 94

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

제 1 장 서 론

제 1 절 연구의 배경

1. 기술적 측면

국내 유제품소비량이 지속적으로 증가하여 그 거래 규모가 점점 커지고 있는 실정이다. 우유의 대량 생산과 대량 소비가 이루어지고 있는 상황에서 '98년 12월 31일 개정 공포된 낙농진흥법 시행령,시행규칙에 따라 '99년부터는 집유일원화가 시작되었으며 이에 따라 원유의 계량에 대한 관심이 급속히 높아지고 있다.

집유일원화 시행때 낙농진흥회의 사업규정에 있는 원유량의 결정 방법을 살펴보면, '낙농가 별 원유의 계량과 원유수요자의 원유인수량의 결정은 집유차의 유량계나 낙농가의 냉각기 에 부착된 계량자를 기준으로 한다'라고 되어 있는데 국내에서 계량자를 이용하는 비율은 극히 미미하므로 원유량 결정에 있어서 집유차 유량계(집유기기)의 중요도가 매우 높아지게 된 것이다.

또한 '집유차의 집합유는 집유차의 유량계를 기준으로 하며 이송차의 집합유는 원유수요자와의 합의에 의하여 집유조합 또는 유가공장의 유량계나 계량업소의 계량결과를 이용할 수 있다'라고 규정되어 있어 집유차의 유량계 뿐만 아니라 유가공장에 설치되어 있는 유량계에 대한 정확도검증 작업이 반드시 필요하게 되었다.

원유의 수집시 사용되는 유량계(집유기기)는 계량 및 측정에 관한 법률과 축산물가공처리 법에 의거 국가교정검사기관으로부터 연1회 이상 교정을 받도록 되어 있으나 현재 전국에서 집유업무에 사용되고 있는 유량계(집유기기)는 그

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

종류가 다양하고 사용년수가 오래된 상태이며 기기의 정기적인 교정검사와 정품의 부품 교체 등이 실시되고 있지 않아 집유기기의 특성을 분석하고 사용조건에 따른 불확도를 평가하여 전 집유과정에서의 측정기준을 정립하고 정확도를 확보하는 것이 낙농산업 발전을 위해서도 시급히 요청되고 있다.

2. 경제 · 산업적 측면

낙농가가 생산하는 원유는 유질(세균수, 체세포수, 지방률)에 따른 단가와 유량을 곱하여 유대가 결정되므로 질과 양 모두 낙농가의 소득과 직결되어 있다.

전국의 집유차량은 약 850대이며 각 차량마다 유량계(집유기기)가 부착되어 원유 계량에 사용되고 있으며 유가공장에도 수개 내지 수십개씩의 유량계를 각 시설별로 설치하여 운용하고 있다.

최근 국내의 연간 우유 총 생산량은 약 200만톤 수준인데 낙농산업에서 사용되는 유량계가 0.5 % 측정오차가 있다고 가정하면 약 1 만톤의 차이가 나게 되는 것이며 원유 1kg당 가격을 600원이라고 할 때 전체 낙농가가 연간 약 60억원에 달하는 큰 금액의 이해관계가 유발될 수 있다.

이에 비해 전국의 집유차량에 부착되어 있는 약 850대의 집유기기가 매년 1회씩 교정검사를 받게되면 그에 소요되는 비용은 연간 약 2억원(교정검사 수수료 및 소급비등) 정도에 불과하여 계량오차로 인한 손실분과 비교해 볼때 매우 큰 경제적 잇점이 있음을 알 수 있다.

3. 사회 · 문화적 측면

낙농가가 생산하는 원유는 유량계에 의해 ℓ로 계량되는데 ℓ로 집유된 원유량은 kg으로 환산되어 유대로 지급된다. 그런데 부피(ℓ)를 무게(kg)로 환산할 때 쓰이는 환산계수는 현재 각 유업체마다의 적용 기준이 달라서 유대 지급시

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

와 업체별 원유 거래시 혼선을 빚고 있는 것이 사실이다.

소비자 측면에서 보면 대부분의 우유 제품이 ㎖와 ℓ 등 부피 단위로 표시·포장되어 있고 정부에서의 통계 자료에는 kg으로 나와 있어 산업적 측면에서 뿐만 아니라 사회·문화적으로도 우유에 대한 거래 단위의 통일이 절실히 필요한 것이다.

4. 국내·외 관련 기술의 현황과 문제점

이미 주식화 되어 있는 우유는 매일 약 5천톤이 생산되어 국민의 식탁에 오르고 있다. 원유의 질적인 면에서는 검사방법의 표준화와 법적인 뒷받침이 이루어지면서 낙농 선진국 수준에 도달하는 등 큰 발전을 이루어 냈으나 아직까지 원유의 계량 면에서는 질적 수준의 향상만큼 따라가지 못하고 있는 것이 현실이다.

'84년도부터 시작된 집유기기에 의한 집유는 한국 낙농사에 있어 큰 발전임에는 틀림없지만 그로부터 지금까지 약 15년 동안 원유 계량의 정확도를 바탕으로한 거래자 간의 신뢰도를 제고 시키고자 하는 노력은 미미했으며 내용년수가 경과된 노후 집유기기가 아직도 현장에 투입되고있어 계량과 관련된 낙농가의 민원이 계속 제기되고 있는 실정이다.

현재 국내에서 사용되고 있는 집유기기(유량계)는 전량 외국으로부터 수입된 것으로서 일부 부품은 국내 제작화되어 공급하고 있기는 하나 핵심 부품은 여전히 수입에 의존할 수 밖에 없는 처지이며 기종도 해외 제작국 및 제작회사에 따라 여러 가지가 쓰이고 있고 각 유업체마다의 운용 형태와 방식에 다소 차이가 있어 집유기기 사용에 관한 표준화가 전혀 이루어져 있지 않다.

계량결과에 의해 유대를 지불받고 있는 낙농가의 현실을 감안할 때 유량 측정은 곧 돈의 측정이라 할 수 있으며 여기에 유량 측정에 대한 중요성이 있는 것이다.

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

우리나라에서 일반적인 산업활동과 관련된 물,기름,가스 등에 대한 유량측정 표준은 최근에 들어와서 어느 정도 자리를 잡게 되었으나 우유유량 측정표준에 관한 공식적인 연구는 국내에서 수행된 바 없다.

국내·외 관련 기술의 현황과 문제점을 요약하면 다음과 같다.

- 집유기기 정확도 검증 체계, 즉 교정검사 체계의 미흡
- 집유기기 기종별 표준교정검사절차 및 운용체계 미흡
- 집유기기에 대한 출장교정검사 체계 미흡
- 집유기기(부품) 사용기간 미 설정으로 인한 정확도 유지 곤란
- 집유기기의 전적인 수입 의존
- 유량의 부피(ℓ)와 중량(kg) 환산계수의 유업체별 상이
- 유량 계량 단위(ℓ)와 유대 지급 단위(kg) 그리고 제품 판매 단위(ℓ) 등 거래 단위 의 삼원화

유제품의 수요는 계속적으로 증가할 것이며 이에 따른 거래 규모도 더욱 증가할 전망이다. 따라서 이에 대한 체계적인 유량측정표준의 확립과 측정정확도의 향상은 자연발생적으로 필요하게 될 것이며 이러한 유량측정 기술을 바탕으로 국내 우유 계량 및 거래에 관한 표준화를 정립하고 측정정확도를 더욱 향상시킬 수 있는 방안마련이 절실하였다.

제2절 연구목표

1998년 12월 31일자로 개정 공포된 낙농진흥법 시행령, 시행규칙에 따라 집유일원화가 법적으로는 시행되고 있으나 기술적인 뒷받침이 제대로 따라주지 못하고 있어서 제정된 낙농진흥법의 시행을 위한 기술적이고도 체계적인 뒷받침

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

과 구체적 보완책을 마련하고자 하는 것이 본 연구의 기본적인 개발목표로 그 최종적인 목표는 집유기기의 정확도 검증 방법과 관리체계를 확립하고 이를 바탕으로 우유 계량 및 거래의 표준화 방안을 정립하는 것이다.

제 3 절 연구의 내용 및 방법

국내의 낙농가와 원유수요자 사이에 행해지고 있는 유량계를 이용한 우유유량측정 거래실태에 관한 자료를 수집하였다.

서울우유는 우리 나라의 대표적인 유업체로서 이 분야에 대한 다양한 현장경험과 축적된 노하우는 물론 현재 대두되고 있는 문제점들의 핵심적인 내용을 잘 파악하고 있으므로 본 연구과제 수행의 기본이 되는 우유계량과 거래에 관한 국내외의 기초자료를 공동으로 조사 수집하고 현재 서울우유에서 수입하고 있는 유량계 및 집유기기의 국외 생산회사를 중심으로 한 선진국의 우유유량측정현황에 관한 내용도 전반적으로 수집하였다.

또한 연구 책임자가 독일 DIESSEL사 등 우유유량계 및 집유기기 제작회사 및 선진국의 유량검사기관을 직접 방문하여 집유기기검사 및 우유유량측정에 관한 전문적인 자료와 실태를 파악하였다.

수집자료를 바탕으로 연구진행내용을 조정 설정하였다. 본 연구 수행의 핵심적인 연구설비로 활용되었으며, 실험결과의 신뢰성과 정확성을 확보하고 앞으로 국내 유업체들의 표본케이스가 될 수 있는 서울우유의 집유기기 교정검사 시스템이 시스템이 가지고 있는 문제점을 정밀 검토하고 ISO에서 새롭게 제시된 불확도 산정 가이드에 의해서 유량측정 불확도를 재평가하였다.

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

집유업무에 사용되는 유량계는 관리상태와 노후화 등이 집유량 계량에 큰 영향을 미치므로 각 종류별 유량계와 집유기기의 관리체계 개선을 위하여 국내에 사용되는 대표적인 집유유량계의 부품의 노후화에 따른 유량측정특성을 실험하였다.

이 실험의 중요성을 감안하여 국내에서 최고의 현장경험과 관련분야 실태에 대한 전문성을 가지고 있는 서울우유 담당자들과 협의하여 사용 연수에 따른 시험대상 모델을 선정하고 분류하여 주요부품에 대한 측정 특성변화를 체계적으로 실험하기 위한 실험방법을 설정하였다.

생산원유의 유량 계량단위(ℓ), 유대 지급단위(kg), 제품 판매 단위(mℓ, ℓ) 등 우유 거래 단위의 이원화에 따른 문제점을 정밀 분석하고 분석된 자료를 토대로 실제 거래 현장을 점검하고 사용되는 유량계 또는 집유기기의 특성 등을 종합 검토하여 가장 최적인 우유의 계량단위 그리고 유대의 지급단위에 대한 합리적인 방안을 연구하였다.

수집된 자료와 현장실태, 수행된 실험결과에 의한 집유기기의 부품사용 및 교체기간 설정 등을 근거로 하여 우유유량계, 집유기기 등에 대한 표준교정절차를 제정하였으며 본 연구의 최종목표인 우유거래 표준화 방안을 제시한다.

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

제 2 장 우유계량 및 거래에 관한 실태조사

제 1 절 국내현황

아래는 여러 경로를 통해 확인된 국내의 유업체에서 보유하고 있는 우유 유량계의 현황과 적용하고 있던 환산계수이다. 여기에 정확히 조사되지 않은 영세규모의 업체까지 포함하여 약 850 여개의 집유장치가 운용되고 있으며 사용되는 환산계수는 1.026 ~ 1.030 범위가 주류를 이루고 있으며 이는 최대 약 0.4 %의 차이에 해당된다.

표 2-1. 유업체별 집유유량계 보유현황 및 적용 환산계수 현황

업체명	공장	기종	대수	흡입속도(L/min)	환산계수
강원낙협		디셀	2		1.03
건국우유		디셀			1.03
건국유업		디셀	23		1.032
경남낙협		디셀	7		1.03
광주전남우유		디셀	20	100-120	1.03
광주전남우유		디셀	17	210-230	
남양유업	경주	디셀	2		1.03
남양유업	공주	디셀	25		1.03
남양유업	천안	디셀	35		1.03
남양유업	안동	디셀	11		1.03
당진낙협		디셀	6		1.03
대구경북우유		디셀	6	210-220	1.026
동진강낙협		디셀	18	150-200	1.03

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

표 2-1(계속). 유업체별 집유유량계 보유현황 및 적용 환산계수 현황

업체명	공장	기종	대수	흡입속도(L/min)	환산계수
롯데	임실	디셀	23		1.03
매일유업	평택	디셀	13		1.03
백제낙협		디셀	2		1.03
부산경남우유		디셀	5	100-120	1.03
부산경남우유		디셀	25	120-150	1.03
부산경남우유		디셀	10	210-230	1.03
비락	경주	디셀	1		
빙그레	김해	디셀	10		1.03
빙그레	논산	디셀			1.03
빙그레	도농	디셀	31		1.03
삼육대학식품	서울	디셀			1.028~1.032
서산축협		디셀	4	210-220	1.026
서울우유		디셀	35	230-280	1.026
서해낙협		디셀	3		1.03
연세유업		디셀	29		1.03
예산축협		디셀	6		1.03
전남동부낙협		디셀	4	120-150	
제주우유		디셀	2		1.03
지리산낙협		디셀	8	120-150	
천안낙협		디셀	9		1.03
청주축협		디셀	6		1.028
춘천축협		디셀	1		1.03
해태유업	수원	디셀	31	120-150	1.03
해태유업	강진	디셀	17		
홍성낙협		디셀	3		1.03
소계			450		
경북낙협		슈바르테	3		
공주낙협		슈바르테	2		1.03
서울우유		슈바르테	105	230-281	1.026
아산축협		슈바르테	10		1.03
청주축협		슈바르테	3		1.028
태백축협		슈바르테	1		
소계			124		

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

표 2-1(계속). 유업체별 집유유량계 보유현황 및 적용 환산계수 현황

업체명	공장	기종	대수	흡입속도(L/min)	환산계수
강원낙협		오티	2		1.03
경북낙협		오티	6		
금오산 낙협		오티			1.025
남양유업	경주	오티	4		1.025
남양유업	공주	오티	3		1.03
남양유업	천안	오티	2		1.03
대전충남우유		오티	5		1.026
매일유업	평택	오티	6		1.025
비락	진주	오티	8		1.025
비락	대구	오티	10		1.025
비락	영동	오티	12		1.025
비락	경주	오티	6		1.025
삼육대학식품	서울	오티			
성원유업		오티	1		
엠디푸드코리아		오티			1.028
연세유업		오티			1.03
영남우유		오티	2		1.02
음성축협		오티	4		
제주낙협		오티	3		1.03
파스퇴르		오티	69		1.03
효자원서주산업		오티	1		
소계			144		
연세유업		전자식	1		1.03
서울우유		전자식(디셀)	26	330-400	1.026
소계			27		
빙그레	광주				1.03
삼양식품	문막				1.03
전남동부낙협			2	100-120	
전남동부낙협			5	210-230	
한국야쿠르트					
해태유업	영남		5		
소계			12		
총계			757		

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

위의 표에서 독일 디셀(Diessel)사 제품과 슈바르테(Schwarte)사 제품은 사실상 동일한 제품으로 실제로 디셀에서 생산하여 슈바르테에 공급된 제품이다. 따라서 이 용적유량계형의 기계식 우유유량계의 비중이 가장 큰 것을 알 수 있다.

국내에서 가장 큰 규모의 우유생산업체인 서울우유협동조합에서 현재 보유중인 집유기기 유량계의 현황을 사용년수를 기준으로 살펴보면 다음과 같다.

표 2-2. 서울우유협동조합의 집유유량계 보유현황

구입년도	기종별 대수			비고
	Diessel(기계식)	Diessel(전자식)	Schwarte(기계식)	
'84	15		50	
'85	20			
'93			31	
'94			21	
'96			3	
'97		6		
'99		20		
계	35	26	105	

역시 기계식이 압도적으로 많으나 '97년 이후 최근 서울우유(협)의 구입현황을 보면 모두 Diessel사의 전자기식 집유계량기이며 이같은 추세는 현재 사용되고 있는 집유기가 노후화 되고 그 기기들을 교체하면서 현재 선진국에서와 마찬가지로 전자기식 집유유량계로 점차적으로 교환해 갈것으로 판단된다.

물론 단기간내에 현재의 집유계량기가 모두 전자기식으로 바뀌지는 않겠

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

지만 이런 추세로 진행될 것은 틀림없는 사실이며 차후 이들 집유기기에 대한 충분한 측정특성에 대해서도 연구와 실험이 필요할 것으로 생각된다.

제 2 절 국외현황

1. 독일 출장을 통해 수집한 현황

독일 출장중 만난 우유계량과 관련한 주요 전문가는 다음과 같다.

- Mr. Manfred Kune (DIESSEL)
- Mr. Horst-Hermann Oelze (PTB)

유럽의 우유계량 표준은 주로 독일이 중심이 되어 법정계량의 표준을 확립하고 기타 유럽연합 국가들이 이를 수용하고 있다.

가. Frischli(Frisch = fresh, li = more or better) 방문(Hildesheim으로부터 약 100 km)

- 과거 독일의 유업체는 소규모로 형성되어 800 여개에 달했으나 현대는 통합되어 15개의 큰 그룹으로 조직되어 있음
- 현재까지 남아있는 Frischli와 같은 소규모 유업체는 독특한 풍미와 품질로 생존하고 있는 특별한 형태의 소규모 유업체이다.
- 여기서 유량계를 포함한 집유기기는 독일법에 따라 년 1회 교정하고 있으나 비 이동식인 공장내의 집유기는 2년에 1회 교정하고 있다.

나. 집유절차

- 자동샘플러 및 전자기식 집유기가 장착된 차량을 사용하여 집유
- 목장에 도착하여 주인으로부터 ID카드를 건네받아 데이터 수집장치를 설

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

정한 후 흡입 호스를 저장탱크 연결부분에 접속한다.

- 목장의 저장탱크는 6 C 이하가 유지되도록 냉장 장치가 가동되고 있으며 실제 수집시 온도는 5.5~6 C 범위 이었다.
- 실제 집유는 보통 500 L 정도의 용량 규모로부터 2500 L의 용량을 가진 곳도 있었다. 집유는 보통 2일에 1회 실시하고 있다.
- 유대지급은 유량계에 의해. 지시되는 부피에 따라 기본적으로 설정되며 집유중 자동샘플러로 채취되는 샘플을 검사하여 그 품질에 따라 원유대가 정해진다.
- 참고로 평범한 독일 목장의 평균수입은 월 DM 18,000 정도라 함
- 우유 수집온도는 거의 5.5 ~ 5.8 C 범위로 그 변화폭이 0.5 C 이내여서 밀도차로 인한 문제는 측정에 거의 영향을 미치지 않으므로 고려할 필요가 없는 수준이다.(10 C의 온도차에 따른 밀도 변화가 0.1 % 이하로 판단됨)

다. DIESSEL 시험시스템 견학 및 PTB 방문

- Dissel의 직원은 약 350명으로 일본, 유럽, 남미 및 아시아 등 외국에 사후 관리를 위해 9곳의 자회사 운영하고 있으며, 주 사업은 시스템 엔지니어링이고 직접적인 유량계의 매출 비중은 4~5 % 수준으로 집유기를 포함하여 15 % 이내 정도이었다.
- 기계식 유량계는 아시아나 동구권을 위해 현재도 생산하고 있으나 단종단계에 있고 유량계 전체에서 볼 때 그 비중은 2~3 % 수준으로 아주 적은 편이다. 현재는 기계식 집유유량계는 DM 12,000인 반면 전자기식은 DM 4,000 정도로 전자기식의 가격이 오히려 1/3 수준으로 당연히 전자기식 유량계가 판매의 주종을 이루고 있기 때문이다. 전자기 유량계 제작 경험은 약 15년 이며 최대 구경 150 mm까지 생산하고 있다.
- 1954년 처음으로 기계식 piston type meter로 우유유량계에 대한 형식승

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

인을 PTB로부터 취득하였다.

- 이 곳의 전자기 유량계는 측정대상 유체가 음식료인 것을 감안하여 외부는 스테인레스 스틸을 사용하여 제작하고 내부는 테프론 코팅처리 되어 있다.

점전극식 전자기식 유량계 설치 규정은 상류 5 D 하류 3 D의 직관부 설치가 필수적으로 규정하고 있으나 이런 직관부를 확보하기 어려운 곳은 사각관 모양의 면전극을 사용한 전자기 유량계도 생산하지만 이 경우 내부 라이닝이 어려워 사용유체의 온도 범위가 90 ℃ 이하에만 적용하고 있다.

- Schwarte는 자체적으로 유량계 생산치 않고 DIESSEL유량계를 사용하여 공정관리등과 관련한 시스템 또는 탱크로리등을 제작하는 업체임을 확인하였다. 현재는 경영상 어려움으로 이름 및 공장체제가 바뀌었다는 이야기를 들었다.
- 디셀의 유량계 교정시스템은 부피 계량탱크를 주로 사용하고 있으나 부분적으로 정밀 저울도 함께 설치하여 무게측정과 이중 확인하는 장치를 사용하고 있다.
- 모든 유량교정 시스템에는 일정 액면 유지장치가 설치되어 있었다.
- 본인 방문시 디셀에서 생산한 구경 100 mm의 전자기식 유량계를 교정해 보았으며 교정결과 오차는 0.1~0.16 % 정도 이었다.
- 유량계 교정은 물을 사용하여 전용량에서 교정하고 현장에서는 100, 200 L 부피탱크를 이용하여 우유로 집유기기를 검사한다.
- 일반적으로 원유의 기포 함유량은 3~4 % 정도로 물과 실제 우유를 사용한 교정 결과의 차이는 공기제거기(air eliminator)를 사용할 경우 0.2~0.3 % 정도이며 사용치 않는 경우 0.6 ~ 0.8 % 의 차이가 있다고 주장하고 있다.

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

라. PTB는 법적인 형식승인 시험 검토 및 실험을 전담한다.

- OIML R 117 Section 5.5 참조
- 전자기식 유량계 적산량 교정에서도 적절한 용량의 계량탱크를 사용할 경우 S-S-and-F 방식의 영향이 거의 무시할 수 있을 정도임을 확인하였다.

2. 국외현황 분석 및 종합

집유처리 및 집유량 측정기술 체계 확립의 선두를 달리고 있는 독일의 현황을 중심으로 낙농선진국인 유럽의 현황을 다시 종합해 보았다.

대부분의 자료들의 수집과 현황파악은 독일의 대표적 유업체관련 전문기기 제작업체인 DIESSEL의 수석기술 담당인 Mr. Manfred Kune와 독일 표준연구기관인 독일연방물리청(PTB)의 우유유량관련 형식승인시험 최고책임자인 Mr. Horst-Hermann Oelze와의 면담과 토론 그리고 관련 유업체의 현장방문 등의 협조를 통하여 이루어졌다.

우유유량계를 포함한 집유기기는 독일법에 따라 년 1회 교정하고 있으나 비 이동식인 공장내의 집유기는 2년에 1회 교정하고 있었다.

가장 핵심이 되는 유대지급은 유량계에 의해 지시되는 부피에 따라 기본적으로 설정되며 집유중 자동샘플러로 채취되는 샘플을 검사하여 그 품질에 따라 원유대가 정해진다.

우유 수집온도는 거의 5.5~5.8 C 범위로 그 변화폭이 0.5 C 이내여서 밀도차로 인한 문제는 고려할 필요가 없는 수준이다.

DISSEL의 교정시험시설은 부피 계량탱크를 주로 갖추고 있으나 부분적으

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

로 정밀 저울도 함께 설치하여 무게도 측정하는 이중 확인 장치를 사용하고 있었으며 이들 대부분의 시스템에 일정 액면 유지장치가 설치되어 있었다. 전자기식 유량계 0.2 % 수준의 적산량 교정실험에서는 에서는 S-S-and-F 방식의 영향을 거의 무시할 수 있는 정도임을 확인하였다.

독일에서는 집유유량계 교정은 물을 사용하여 전용량에서 교정하고 현장에서는 100, 200 L 부피탱크를 이용하여 우유로 집유기기를 검사한다. 물과 실제 우유를 사용한 교정 결과의 차이는 공기 제거기(air eliminator)를 사용할 경우 0.2 ~ 0.3 % 정도이며 사용치 않는 경우 0.6 ~ 0.8 % 의 차이가 있다고 하였다.

우유유량의 모든 표준은 독일연방물리청(PTB)으로부터 소급되며 PTB에서는 관련 유량계 및 집유기기의 법적인 형식승인 실험을 수행한다.

독일 및 주변 낙농 선진국들의 현황을 파악한 결과 그들의 우유계량은 독일연방물리청(한국의 표준과학연구원과 같은 기능을 하는 국가표준기관)을 정점으로 하는 표준소급체계를 유지한 상태에서 유량계 및 집유기가 체계적으로 교정 관리되고 그 기기들을 사용하여 측정한 부피유량이 바로 직접적인 계량 및 거래의 결과로 사용되고 있다.

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

제 3 장 집유기기 교정검사시스템 성능 및 불확도 평가

제 1 절 시스템의 구성 및 성능 검토

1. 액체유량 교정장치의 일반적 특성 검토 및 개선점 점검

유량 표준장치를 구성하는 주요부분의 특성은 곧바로 전체적인 장치의 성능에 영향을 미치기 때문에 그 동안의 운전과 실험경험을 바탕으로 장치의 부분적 특성을 점검하고 그에 대한 개선과 보완책을 마련하도록 하였다.

액체유량 표준장치의 기본 구성부분을 살펴보면 실험에 사용할 액체를 공급하고 저장하는 저장탱크, 안정적인 실험유동을 발생시키기 위한 직접적 유동 발생장치인 펌프와 2차 유동 발생장치인 정압유지탱크, 실험대상 유량계를 설치하기 위한 충분한 길이의 직관부가 확보된 시험관로, 실험에 필요한 유동율을 정밀하고 안정되게 설정하기 위한 유동율 조절밸브, 그리고 유동율 측정 실험을 주 목적으로 하는 장치에는 flying-start-and-finish 방식 실험을 위한 유동방향전환장치 와 유동노즐을 생각 할 수 있으며 적산량측정 실험을 주로 하기 위한 표준장치에 채택되는 일정액면유지장치(Constant level drain device) 등을 생각할 수 있다. 그리고 수집된 액체의 계량을 위한 부피탱크나 저울이 있다. 현재 국내에 있는 집유기기 교정검사시스템은 수집된 액체의 부피를 측정하는 방식을 사용하고 있다.

가. 유동발생 및 저장장치

일반적인 액체유량 실험장치는 펌프를 사용하는 직접적인 유동 발생방식을 채택하는 것이 보통이며 일반적인 적산량 측정을 주목적으로 하는 액체

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

유량 표준시설에서는 매우 높은 수준의 평균 유동율 유지를 필요로 하지 않는다. 그렇지만 모든 유량표준 장치는 유량실험이 진행되는 동안 발생하게되는 유동율 변화를 가급적 적게되도록 하는 것이 기본적인 필요 사항이다. 유동율 변화를 초래하는 요인은 일정용량의 저장탱크에 채워진 액체가 유량실험이 진행되는 동안 유량계를 통과하여 계량장치에 계속적으로 채워지기 때문이다. 유량표준장치에 채택되는 펌프는 일반적으로 맥동에 의한 영향이 최소화된 원심 보류트(centrifugal volute)형이 대부분이며 유량표준장치에 사용되는 일반적인 펌프의 유동특성은 그림 3-1과 같다. 원심 보류트 펌프의 특성곡선에서 알 수 있듯이 실제 유량실험이 진행되는 어떤 제한된 범위에서의 흡입수두(Net Pressure Suction Head, NPSH)와 유동율의 관계를 보면 대체로 선형인 관계임을 알 수 있다.

즉 그림 3-1에서는 약 1.5 m의 흡입수두 변화에 대응하는 유동율 변화가 거의 100 %로 나타나고 있으므로 흡입수두가 유량실험 시작을 기준으로 하여 종료 때 까지 15 cm 줄었다면 시작 때와 종료 때의 점진적인 유량변화는 약 10 %가 된다. 이상적으로는 펌프에 의한 유량실험 때에 액체 저장탱크의 용량이 무한히 커서 계량장치에 액체가 채워지는 것에 의한 저장탱크의 액면변화를 무시 할 수 있을 정도가 된다면 가장 좋을 것이나 실제로는 그 같은 일은 현실성이 없으므로 가능한 그 영향을최소화하도록 하기 위하여 액체 저장탱크는 밑면적이 큰 직육면체형으로 만드는 것이 보통이다.

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

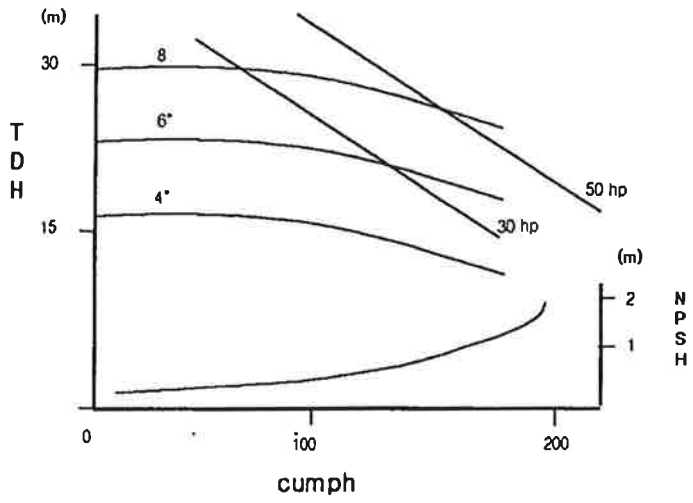

그림 3-1. 원심보류트 펌프의 기본적 특성

물론 펌프의 흡입수두 변화에 따른 유동율 변화의 영향이 고스란히 유동율 결정의 정확도에 전가되는 것은 아니다. 유동율측정 유량실험에서는 우리는 유량계를 통과하여 계량장치에 수집된 액체량을 측정하고 그때의 수집시간을 전환장치 등을 이용하여 정확히 결정하므로 실제는 한번의 실험이 시작될 때와 종료되었을 때의 평균 유동율을 측정하게 되는 것이다.

서울우유의 집유기기 교정검사시스템의 저장탱크는 수직으로 세워진 원통형의 구조이다. 이 시설은 특성상 주로 유업체에서 사용되는 용적형 유량계(Positive Displacement)인 기계식 집유유량계를 standing-start-and-finish 방식으로 실험하기 때문에 펌프에 의한 직접적인 유동이 실험에 큰 영향을 미치지 아니한다. 하지만 차후 더욱 높은 정밀도를 갖는 시스템으로 업그레이드 하기 위해서는 저장탱크를 밑면적이 큰 직육면체형으로 하는것이 이상적이다.

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

나. 시험관로와 유동율 조절장치

집유유량계 교정검사시스템의 주 실험대상 유량계는 용적형 기계식 집유유량계이다. 이 종류의 유량계는 관내의 유동분포에 의한 영향을 거의 받지 않으므로 시험관로의 직관 길이의 확보는 별 문제가 되지 않는다. 그리고 standing-start-and-finish 실험의 성격상 정밀한 유동을 제어가 측정에 미치는 영향이 유동율측정이 주목적인 유량표준시설에 비해서는 훨씬 적다. 서울우유의 교정검사 시스템은 유동율조절에 밸브를 사용하지 않고 펌프제어 인버터를 사용하여 펌프의 회전수 조절로 유량을 제어하도록 되어있으며, 실험대상의 성격상 이런 구조와 동작특성이 큰 문제는 되지 않는다.

하지만 관내부에 존재하는 기포는 측정실험에 큰 영향을 미칠 수 있기 때문에 전체적 파이프라인의 구배를 점검하고 배관에 기포배출이 어려운 부분을 최소화하며 구조상 기포배출이 쉽게되도록 배관하는 것이 필요하다.

서울우유의 실험시스템에는 관내를 흐르는 액체의 기포 잔존여부를 확인할 수 있도록 큰 투명창이 달린 배관부분이 있다.

다. 일정액면유지장치

적산량 측정이 주목적인 우유유량계와 같은 용적유량계의 standing-start-and-finish 방식 실험에 사용되는 실험장치는 실험 개시 때와 종료 때에 수집 계량탱크에 항상 동일한 액면까지 일정하게 액체가 채워지도록 배려하는 그림 3-2와 같은 일정액면배출장치(Constant Level Drain Device)가 필요하다. 구조나 형상은 반드시 그와 같이 할 필요는 없으며 기본적으로 원하는 정확도 수준을 감안하여 적절한 기능을 갖도록 장치를 구성하면 된다. 서울우유 시스템에도 구조는 다르지만 소형 일정액면배출장치가 설치되어 있다.

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

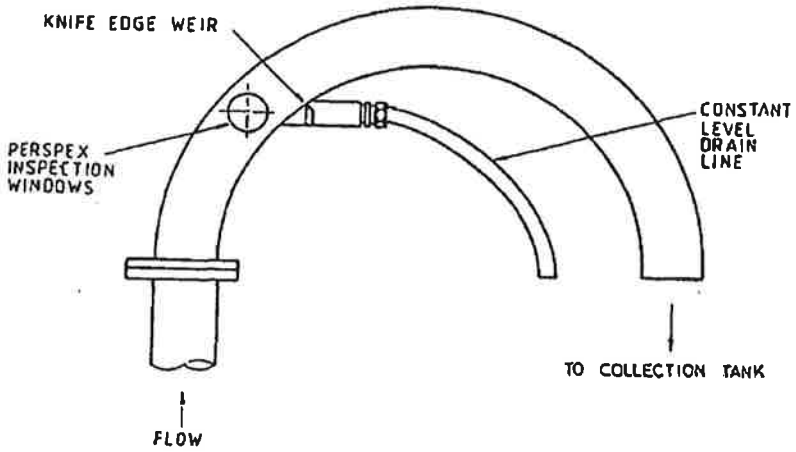

그림 3-2. 전형적인 일정액면배출장치

제 2 절 불확도 평가

서울우유의 부피식 유량계 교정검사 시스템의 핵심부분은 유동발생장치(펌프), 기준부피탱크 및 일정액면배출장치등으로 구성되어 있으며 기본적으로 물을 교정유체로 사용하고 있으며 standing-start-and-finish 동작특성을 가지고 있다. 이러한 장치와 동작특성을 바탕으로 서울우유의 액체용 부피식 유량계교정장치에 대한 불확도를 새로운 ISO 평가방법을 참고하여 평가하였다.

1. 적용범위

본 평가 결과는 서울우유의 용량 1.2 ~ 24 m^3/h 범위의 적산유량(flow quantity) 측정 및 교정에 사용되는 액체용 부피식 유량계 교정장치에 적용한다.

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

2. 불확도 요소

수집된 액체량 (부피)	'V_t'
부피 보정을 위한 수집액체의 온도	'T'
일정액면유지장치의 레벨변화량	'V_c'

3. 수학적 모델 설정

액체 적산유량(부피) 'V'는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$V = f(V_t, T, V_c)$$

이것을 평형관계식으로 표시하면 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$V = V_t(1+\beta 1 \cdot \Delta T + \beta 2 \cdot \Delta T) + V_c \qquad (3\text{-}1)$$

여기서 $\beta 1$: 상온에서 물의 체팽창계수 (2.1×10^{-4}/℃)

$\beta 2$: 상온에서 기준탱크의 체팽창계수 (4.8×10^{-5}/℃)

ΔT : 물이 유량계를 통과 할 때와 기준부피탱크에 채워졌을 때 온도차

일반적으로 부피식 유량계 교정장치가 설치된 고정표준실은 실험환경이 비교적 좋은편이며, 온도측정에 사용되는 온도계의 불확도는 ± 0.1 ℃ 이하이다. 그리고 교정 개시전에 충분한 예비운전을 실시하여 교정장치와 피교정 유량계의 열평형이 안정적으로 유지된 상태에서 교정을 실시한다. 따라서 유량계를 통과 할때의 물의 온도와 기준부피탱크에 채워졌을때의 온도차가 0.2 ℃이내이다.

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

따라서 온도차에 따른 부피보정의 영향은 거의 무시할 정도로 작게된다. 실제로 유량계와 기준부피탱크내의 물의 온도차는 최대 0.2 ℃이내이면 그때의 부피변화는 약 0.0052 %이내 이며 최고 측정정확도 0.1 %를 목표로하는 적산량측정의 1/20 이하 이므로 무시할 수 있다.
결국 (3-1)식은 다음과 같이 간단하게 정리할 수 있다.

$$V = V_t + V_c \tag{3-2}$$

여기서 V_t : 기준부피탱크로 측정한 부피 [L]

V_c : 일정액면유지장치의 레벨변화량 [L]

그런데 각각의 불확도 요인들을 독립변수로 볼 수 있으므로 그 요인들이 적산량측정에 미치는 불확도의 영향은 다음과 같은 합성표준불확도로 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} u^2(V) &= \sum_{i=1} C_i^2 u^2(x_i) \\ &= C^2 vt\ u^2(V_t) + C^2 vc\ u^2(V_c) \end{aligned} \tag{3-3}$$

(3-3)식에서 C_{vt} 와 C_{vc} 는 기준부피탱크로 측정한 부피와 일정액면유지장치의 레벨 변화가 적산량측정에 미치는 영향을 나타내는 감도계수로 다음과 같다

$$C_{vt} = \partial f / \partial V_t = 1 \tag{3-4}$$

$$C_{vc} = \partial f / \partial V_c = 1 \tag{3-5}$$

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

4. 요소별 표준불확도 산정

가. 물의 부피측정

기준부피탱크의 불확도는 교정검사 성적서상 다음과 같다.

1000 L 용량 기준탱크 : 0.12 L (k=2, 95 % confidence level)

500 L 용량 기준탱크 : 0.08 L (k=2, 95 % confidence level)

200 L 용량 기준탱크 : 0.03 L (k=2, 95 % confidence level)

교정시에는 상황에따라 임의로 하나의 기준부피탱크를 선택하여 사용하므로 각 용량의 기준부피탱크를 사용함에 따른 불확도를 산정하기로 한다.

교정성적서에 표시된 기준부피탱크의 불확도는 확장불확도로 나타나 있고 적용된 유효자유도 k=2 이다.

나. 일정액면유지장치의 레벨변화량

서울우유의 부피식 유량계 교정장치의 일정액면유지장치(직경 80 mm, 길이 220 mm 의 수평으로 놓인 원통내에 사면으로 잘려진 직경 50 mm 크기의 오버플로 위어가 있는 형태)내의 액면변화의 최대치는 2 mm 이내이며 그 용량은 0.035 L에 해당된다. 그런데 매 실험때 마다 발생할 수 있는 액면의 변화량은 직사각형분포를 가질것으로 예측되므로 그 표준불확도(B형)는 다음과 같다.

$$u(V_c) = \frac{0.035\ L}{\sqrt{3}} \approx 0.020\ L \qquad (3\text{-}6)$$

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

5. 부피식 유량계 교정장치의 적산량측정 불확도 산출

가 합성표준불확도

각 요소별 표준불확도는 앞에서 모두 결정하였으며 감도계수는 (3-4)와 (3-5)식에서 1이었다.

따라서 합성표준불확도 U_{cv} 는 다음과 같이 표시 할 수 있다.

$$\begin{aligned} u^2(V) &= \sum_{i=1} C_i^2 u^2(x_i) \\ &= C^2 vt\ u^2(V_t) + C^2 vc\ u^2(V_c) \end{aligned} \qquad (3\text{-}7)$$

결국 1000L용량 기준부피 탱크를 사용할 경우

$$u(V) = [\ (1)^2 \times (\frac{0.12}{2})^2 + (1)^2 \times (0.020)^2]^{0.5} = 0.063\text{L}$$

500L 용량 기준부피탱크를 사용할 경우 0.045L

200L 용량 기준부피탱크를 사용할 경우 0.036L

나. 확장불확도

확장불확도를 구하기 위해 독립변수로부터 유효자유도를 구하고 신뢰수준을 정하여 포함인자를 계산한다. 그러나 그 계산의 복잡성에 비하여 확장불확도에 미치는 영향이 적기 때문에 측정불확도 표현지침에 따라 일상적인 교정실험때 95 % 신뢰도를 기준으로하는 포함인자 κ = 2를 적용하였다.

따라서 확장불확도는 다음과 같다.

1000L 용량 기준부피탱크를 사용할 경우

$U = \kappa \cdot u_c = 2 \times 0.063$ L ≒0.126 L (0.013 %)

500L 용량 기준부피탱크를 사용할 경우 ≒0.090 L (0.018 %)

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

200L 용량 기준부피탱크를 사용할 경우 ≒0.072 L (0.036 %)

따라서 서울의 액체용 부피식 유량계 교정장치의 적산량측정 불확도는 유량 범위 1.2 ~ 24 m^3/h(1,200 ~ 24,000 L/h)에서 유량계를 통과하는 물의 온도와 기준부피탱크에 채워진 물의 온도차가 0.2 ℃이내의 열평형 상태가 유지되는 운전조건에서 최대 0.036 % 이내이며 그신뢰도 수준은 95 %이다, 다만 측정불확도를 최고 0.1 %으로 하여도 낙농진흥회가 요구하는 수준에 충분하고 최고 측정능력에 대한 안정성 유지를 위하여 일단 대외적으로 선언하는 최고측정능력은 0.1 %로 설정한다.

제 4 장 유량환산계수

낙농가가 생산하는 원유는 유량계에 의해 ℓ로 계량되는데 ℓ로 집유된 원유량은 kg으로 환산되어 유대로 지급된다. 계량과 거래의 단위가 이원화되어 있는 셈이다. 그런데 부피(ℓ)를 무게(kg)로 환산할 때 쓰이는 환산계수는 현재 각 유업체마다의 적용 기준이 달라서 유대 지급시와 업체별 원유 거래시 혼선을 빚고 있는 것이 사실이었다.

소비자 측면에서 보면 대부분의 우유 제품이 mℓ와 ℓ 등 부피 단위로 표시·포장되어 있고 정부에서의 통계 자료에는 kg으로 나와 있어 산업적 측면에서 뿐만 아니라 사회·문화적으로도 우유에 대한 거래 단위의 통일이 절실히 필요한 것이다.

제 1 절 우유의 물성과 유동특성

1. 우유의 물성

잘알려진대로 우유의 일반적인 조성은 수분(87 ~ 88 %), 지방(3.4 ~ 4.0 %), 단백질(3.0 ~ 3.5 %), 유당(4.2 ~ 4.9 %), 회분, 기타로 이루어져 있다.

우유의 물리적 성질중 우유의 비중(比重 물에대한 밀도의 비율)은 15℃에서 1.0280 ~ 1.0340 범위이다.

이 같은 비중은 우유를 집유현장에서 측정하게 될 때 의 저장온도가 5 ~ 6 ℃ 범위인데 그때의 비중은 1.0285 ~ 1.0331 정도의 범위이다.

우유의 비중은 지방함량의 영향을 크게 받으며 물을 첨가할 경우 비중이 낮아진다. 이 점을 이용하여 가수 여부를 검사하는데 비중치를 응용하기도

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

한다. 우유의 빙점(氷點)은 -0.525 ~ -0.565 ℃로 평균 -0.540 ℃이며 유당과 염류가 빙점 강하의 요인이되며 산도가 상승하면 빙점은 더욱 낮아지며, 물을 첨가했을 때 빙점을 높게게하므로 가수여부를 검출하는데 응용된다.

그리고 우유의 비점(沸點) : 1기압에서 100.55 ℃정도이며 우유를 농축하면 비점이 상승한다. (2배 농축시 0.5 ℃ 상승)

2. 우유의 유동특성

전문가 활용프로그램에 따라 rheology를 전공한 부산대학교 응용화학공학과 송기원 교수로부터 우유의 유동특성에 대한 기술자문을 받았다.

주요내용은 우유는 통상적으로 8 ~ 10 %정도의 현탁입자를 포함하고 있는 fat-in-water분산계이다.

이와 같이 복잡한 구조를 갖고 있음에도 불구하고 종래의 연구자들간에는 우유는 뉴튼 점성유체(Newtonian fluid)로 인식되어 왔다. 그러나 각종조건이 잘 제어된 정밀한 측정을 실시하면 우유는 비뉴튼 점성거동(non-Newtonian viscous behavior)을 나타낼 것으로 생각되며 이는 Yamamoto 등의 연구결과(J. Texture Studies, 17, 205(1986))에 의해서도 입증된바 있다.

제 2 절 유량환산계수의 실질적 의미

특히 유량환산계수와 관련된 우유의 비중은 우유의 품질을 가름하는 척도가 될 수 있는 물리량이 아니다. 단위용량의 유대를 결정하는 기준은 우유의 체세포수, 세균수, 유지방에 의해서이다.

우리나라는 우유품질의 검사와 가격결정에 관해서는 그 동안 심도있는 연구와 토론이 많이 이루어져 그에 관한 기본적인 체계가 선진국수준에 이르

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

렀다고 볼 수 있다.

하지만 우유의 품질에 관해서는 그런 선진국 수준의 기준을 적용하고서도 정작 실제 우유유량 측정과 관련하여 아주 중요한 역할을 하고 있던 유량환산계수의 적용에 관해서는 오랫동안 유량환산계수의 본질적인 의미를 제대로 이해하지 못하고 경제적 이해 득실에 따라 첨예한 대립을 하여 왔다.

부피(ℓ)로 계량된 우유량을 다시 무게(kg) 단위로 환산하여 유대를 지불하고 또 받고 있는 유업체와 낙농가의 입장과 을 감안할 때 어느편에서나 유량환산계수 설정은 매우 첨예한 이해관계일 수 밖에 없다.

거의 최근까지 우리나라 낙농현장에서 첨예의 쟁점이었던 유량환산계수의 사용에 대해 그 사용의 역사적 원인을 추정해 보면, 우리나라 낙농산업의 초기에는 저울을 제외하고 우유의 양을 측정할 만한 공인된 측정기가 거의 전무한 실정이었음을 쉽게 짐작 할 수 있다.

그 당시에는 사실상 낙농분야뿐 아니라 어떠한 산업분야에 있어서도 정밀하고 신뢰성있는 측정과 계량을 하기가 쉽지 않은 여건이었다. 우리나라에서 비교적 정확한 유량측정이 가능하게 된 것이 그리 오래전 일이 아니다. 특히 국가표준과의 소급성(traceability)을 제대로 유지할 수 있는 유량측정은 불과 십여전의 일이고 더구나 우유와 같은 특별한 액체에 대한 국가표준은 아주 최근에서야 관심을 가지게 된 분야라 할 수 있다.

따라서 이런 부피유량측정의 실질적 표준유지가 제대로 되지 않았던 과거에 서로 이해관계가 첨예한 거래량 측정의 정확성과 신뢰성을 가질 수 있었던 것은 그나마 계량역사가 비교적 오래된 무게측정이었던 것이다.

그런데 우리나라 낙농산업 초기에는 비교적 거래량이 적어서 그와 같이 저울에 의한 거래가 어느 정도 현실적으로 이루어 질 수 있었으나 점점 거

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

래량이 증가하면서 대규모양의 우유량의 측정이 필요하였고 그에따라 유량계 사용이 불가피하였다. 하지만 유량계에 의해 측정되는 부피량은 그 측정결과에 대한 신뢰성과 표준이 적절히 마련되어 있지 않은 상황이어서 이해당사자들은 기존에 거래하던 무게로 환산하는 방식을 고수하게 된 것으로 추정된다. 이 것이 바로 본질적 문제를 바로 해결할 수 없어서 생겨난 논리적 근거가 희박한 유량환산계수가 등장하게된 배경으로 볼 수 있다.

사실상 유체의 부피를 무게로 환산하려면 그 유체의 비중을 알면된다. 따라서 유체의 부피를 계량할때의 온도에서 그 유체의 비중을 알면 그 유체의 무게를 알 수 있다. 하지만 앞에서도 이미 언급한 바와 같이 유체의 비중이 유체의 품질을 결정하는 요소가 아니기 때문에 정확한 비중측정의 의미는 원래의 본질적 의미 대신 무게로 결정되는 유대로 인하여 유량환산계수라는 이름으로 거래 당사자들 사이의 첨예한 이해관계의 요인으로 남게되었다.

생산 원유는 부피로 계량하고 집유된 원유량은 무게로 환산하여 유대가 지급되며 실제 최종 소비자에게는 부피의 계량단위로 판매되고 있는 현재의 실태에 대한 심층적인 문제점을 분석해볼 때 유량환산계수는 실질적인 우유의 비중을 정확히 측정하여 그 대표값을 반영한다기 보다는 단순히 거래 당사자들간의 이해에 따라 가격을 결정하는 웃지못할 엉뚱한 요인으로 자리잡게 되면서 그 본래적인 의미와는 전혀 다른 용도로 활용되고 있었다.

제 3 절 유량환산계수에 대한 제안

유량환산계수의 사용범위는 제2장의 국내유업체의 현황자료에서 알 수 있는 바와 같이 1.026 ~ 1.030 이 대다수 이었다. 이는 대략 0.4 %의 차이에 해당되며 이 것이 이해 당사들의 분쟁의 범위이었다.

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

사실 2001년말경 낙농진흥회의에서 합의를 보아 우리나라 낙농관련 주요 이해 당사자들이 유량환산계수를 1.03으로 하기로 결정하기 전까지는 이 계수는 여전히 첨예한 이해가 걸린 문제로 본 연구과제의 큰 이슈가 되어왔던 게 사실이다. 하지만 이제 사실상 본질적 의미를 상실한 이 계수가 낙농관련 사업자들의 자체적인 합의를 통해 사실상 단일화 된 것은 일단 다행스런 일이며 사실상 본 과제의 결론으로 소극적으로는 유량환산계수의 통일된 값 사용 제안내지는 적극적 방안으로는 완전폐지 후 부피계량 결과에 따라서 유대 결정을 하고자 했던 것이다.

유량환산계수의 단일화의 의미는 바로 우유의 유대 거래가 현재 외형적으로는 무게라는 단위를 채택하고 있지만 사실상의 계량은 무게측정을 배제하고 실질적으로 부피계량을 하는 유량계의 측정결과에 따르게 된다는 점이다.

이같은 거래 형태가 정착되면 그 다음단계는 무게로의 환산이 별 의미가 없는 일임을 알게될것이며 자연스럽게 생산과 집유 그리고 최종거래까지 모두 부피계량으로 이루어지게 될 것이다.

집유유량계의 부피계량에 의한 유대 거래는 우유의 부피유량에 관한 표준체계를 확립하고 있는 유럽의 낙농 선진국에서 오래전부터 채택하고 있는 방법이며 우유의 부피유량에 관한 기본적 표준소급성이 조만간 확보될 우리나라에서도 바로 시행할 필요가 있다.

이렇게 할 수 있는 가장 기본적인 뒷받침이 바로 우유계량과 관련한 유량표준의 국가표준소급체계의 유지이며 본 과제를 통하여 이루어진 실험결과의 활용과 교정절차의 확립등을 통해 우유계량과 거래도 선진국과 동일한 수준의 기초를 마련하게 될 것이다.

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

제 5 장 집유기기에 대한 유량특성 실험

현재 국내의 낙농현장에서 사용하고 있는 집유기기에 장착된 집유유량계는 국내의 현장 실태조사 결과에서 나타난 바와 같이 독일의 디셀(Diessel) 과 슈바르테(Schwarte)사의 기계식 용적유량계가 주종을 이루고 있다. 그런데 이 두 종류의 집유유량계는 외형적으로 표시된 상표는 다르지만 사실상 동일한 유량량계이다.

따라서 본 실험은 주로 국내 집유현장의 주종을 이루고 있는 이 유량계들을 대상으로 사용년수 및 상태를 감안하여 몇 대를 선정하여 모델 실험을 실시하였다.

제 1 절 기본특성 실험

실험대상 집유유량계인 로타리 피스톤(rotary piston)타입의 용적유량계는 사용기간에 따른 챔버와 로타리피스톤의 마모 정도가 기기의 측정오차에 큰 영향을 미치게 되므로 우선 유량계의 사용 이력을 확인하여 사용기간 정도에 따라 대상유량계 6대를 선정하였다. 선정된 유량계는 사용년수가 6개월 미만의 비교적 새것으로부터 4,5 년 이상 경과된 낡은것들 까지를 포함하여 구성하였다.

선정된 유량계들은 일단 그림 5-1과 같은 고정표준실의 교정검사시설을 사용하여 교정검사때와 같은 방법으로 비교적 넓은 유동율범위에서 기본특성 실험을 실시하였다.

실험유동율은 집유유량계가 실제 사용되는 전 유량영역을 참고하여 120, 160, 200, 250 l/min에서 각각 3회 반복 실험하였고 실험때에는 집유기기의 현장교정때 활용하게 될 500 L 용량의 기준탱크를 감안하여 동 실험에도 500 L 용량

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

의 수집탱크를 사용하였다.

모든 실험은 예비실험 또는 실험후 통상 행하던 기어조정을 배제한채 활용상태 그대로 실험을 실시하여 그 결과를 차후에 수행되는 결과와 일관성있게 비교 관찰할 수 있도록하였다.

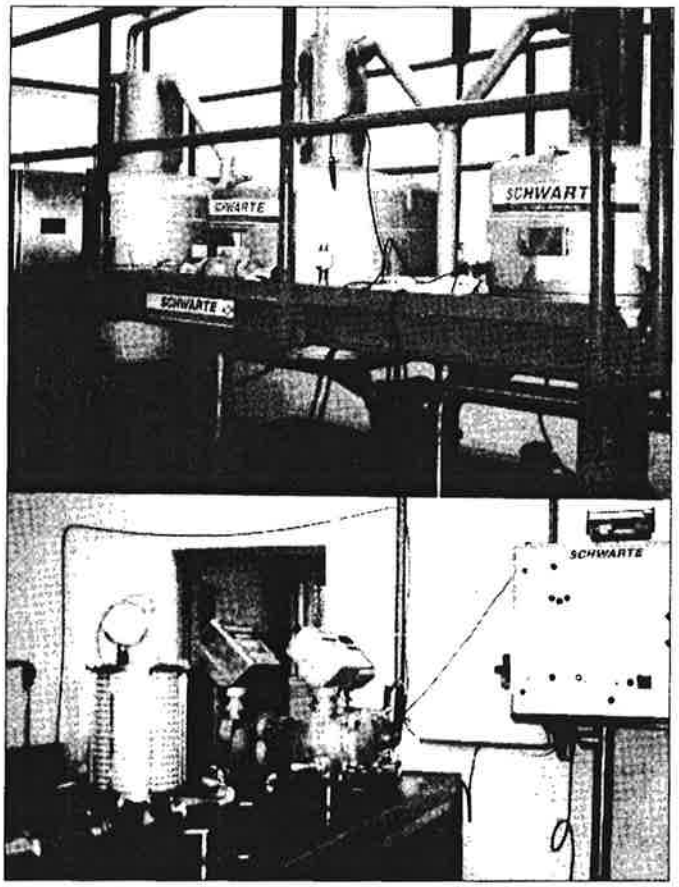

그림 5-1. 고정표준실의 유량계 교정검사 시설과 실험대상 유량계

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

일단 실험대상으로 선정된 유량계들 M1부터 M6까지의 사용 이력은 다음과 같다.

M1 : 사용기간 6개월이내의 신품수준

M2 : 사용기간 1년정도 특별한 수리내역 없음

M3 : 사용기간 2 ~ 3년정도

M4 : 사용기간 3 ~ 4년정도 현장에서 여전히 많이 사용되는 수준

M5 및 M6 : 사용기간 5년 이상의 낡은 기기

이번 고정표준실에서의 유량계 교정검사 실험에는 국내에서는 처음으로 실제 원유도 사용하였으며, 실제 원유를 사용한 교정검사 결과와 일상적으로 이루어지는 물을 사용한 교정결과를 서로 비교해 보았다.

기본특성 실험결과는 그림 5-2부터 5-7과 같다.

사용기간 6개월 이내의 상태가 좋은 미터 M1의 교정검사실험 결과를 보면 물로 실험한 결과와 원유로 실험한 결과가 0.1 % 정도 이내로 비교적 잘 일치하고 있음을 볼 수 있다 즉 상태가 매우 좋은 집유유량계는 측정대상 유체의 물성변화에 그다지 큰 영향을 받고 있지 않음을 알 수 있다.

사용기간이 1년정도의 미터 M2의 결과를 보면 전 실험 유동율영역 범위에서 물과 원유의 실험결과가 약 0.3 ~ 0.4 % 정도의 차이를 나타낸다 즉 물로 실험한 것이 원유로 실험한 것에 비해 0.3 ~ 0.4 % 정도 적은 양의 측정치를 나타내고 있다.

사용기간이 2 ~ 3 년 정도된 미터 M3의 결과는 그차이가 약간 더 커져서 물과 원유의 실험결과의 차가 실험유동율 영역에서 0.4 ~ 0.5 % 정도의 차이를

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

보이고 있다. 물론 이때도 물과 원유에 의한 차이의 경향은 동일하다.

사용기간이 3년을 경과한 미터 M4의 경우를 보면 그차이는 더욱 커져서 물에 의한 측정량이 원유에 의한 측정량에 비해 약 0.8 % 정도의 비교적 많은 차이를 보이고 있음을 알 수 있다. 이는 어느 정도 예측된 실험결과로 집유유량계의 장기간에 걸친 사용으로 인하여 챔버와 로타리피스톤등 측정부의 마모로 인하여 용적유량계의 측정부의 유격이 커져 유체가 누액되는 양이 점도가 낮을수록 더 커질 수 있음을 단적으로 보여 주고 있다.

사용기간이 4 ~ 5년 이상되어 비교적 낡은 집유유량계인 M5와 M6의 경우 그 차이는 1 % 수준에 이르고 있음을 그림 5-6과 5-7에서 볼 수 있다.

실제로 M5와 M6 같은 집유유량계가 여전히 낙농산업 현장에서 사용되고 있는 수준의 기기들임을 감안 할 때 일단 이런 실험결과만을 놓고 단순히 생각해 보았을 때 이 같은 집유유량계에 대해 현재 실시하고 있는 기어조견표에 의한 획일적인 보정은 여전히 많은 문제점을 내포하고 있음을 알 수 있다.

즉 원유를 사용한 실험결과와 일상적으로 사용해온 물을 사용했을 때의 실험결과가 집유유량계의 사용년수 및 부품의 마모상태에 따라 크게 달라지기 때문에 기어조견표에 따라 기어보정을 해온 일련의 방법은 전반적인 수정이 불가피하다.

즉 기어보정의 적용은 실험대상 집유유량계의 사용이력과 상태를 잘 확인한 후 물을 사용한 교정결과를 충분히 검토하고 그에 맞추어 적절한 단계를 설정하여야 어느 정도 신뢰성있는 방법이라 할 수 있다.

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

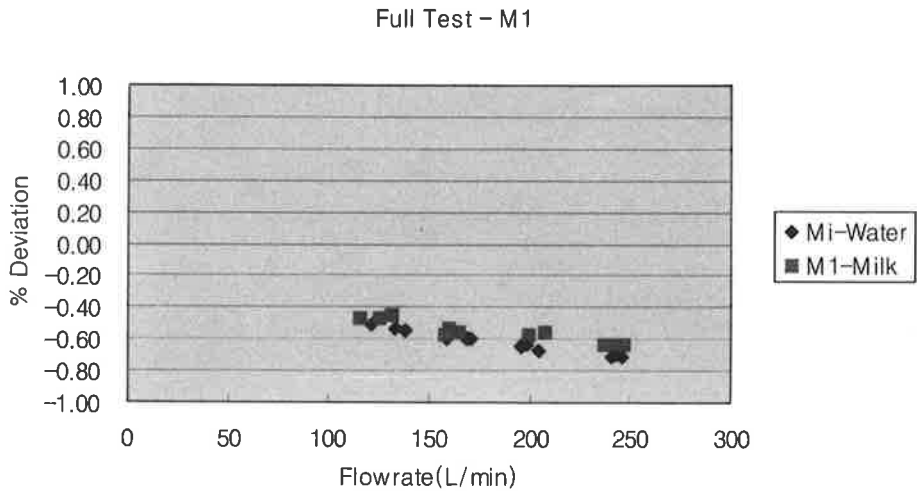

그림 5-2. 미터 M1 의 물과 원유를 사용한 교정검사 결과

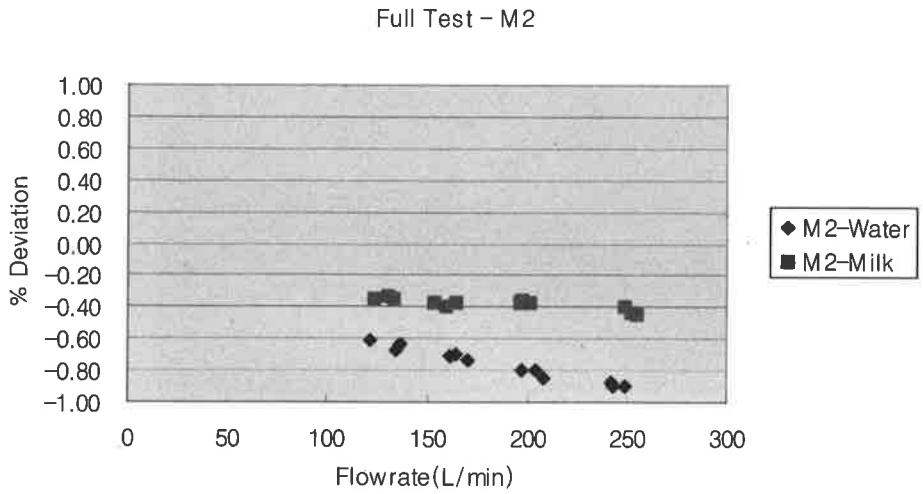

그림 5-3. 미터 M2 의 물과 원유를 사용한 교정검사 결과

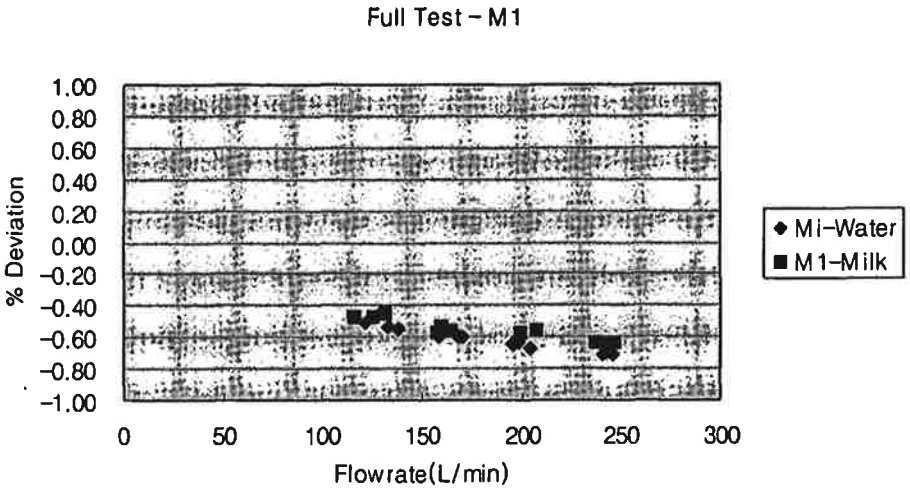

그림 5-2. 미터 M1 의 물과 원유를 사용한 교정검사 결과

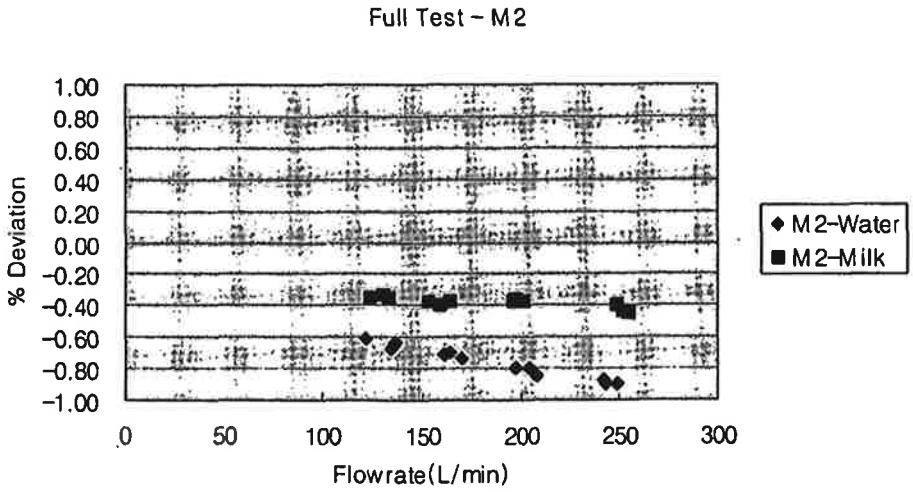

그림 5-3. 미터 M2 의 물과 원유를 사용한 교정검사 결과

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

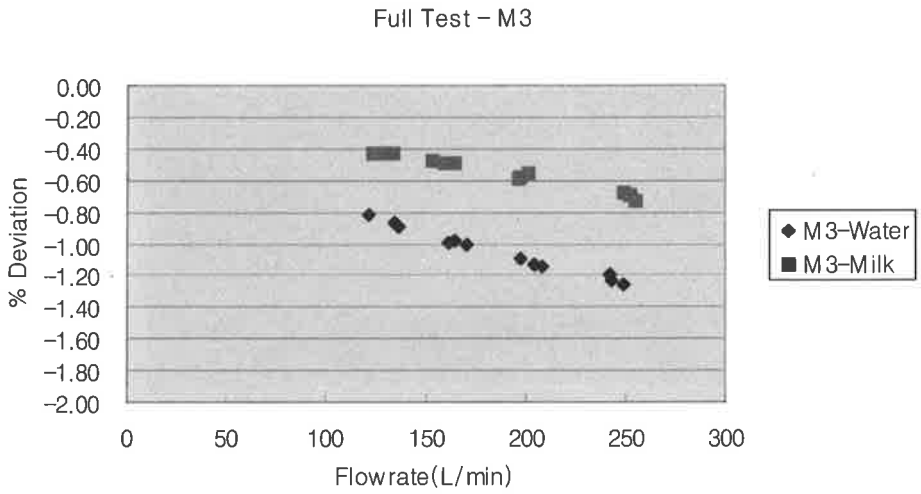

그림 5-4. 미터 M3 의 물과 원유를 사용한 교정검사 결과

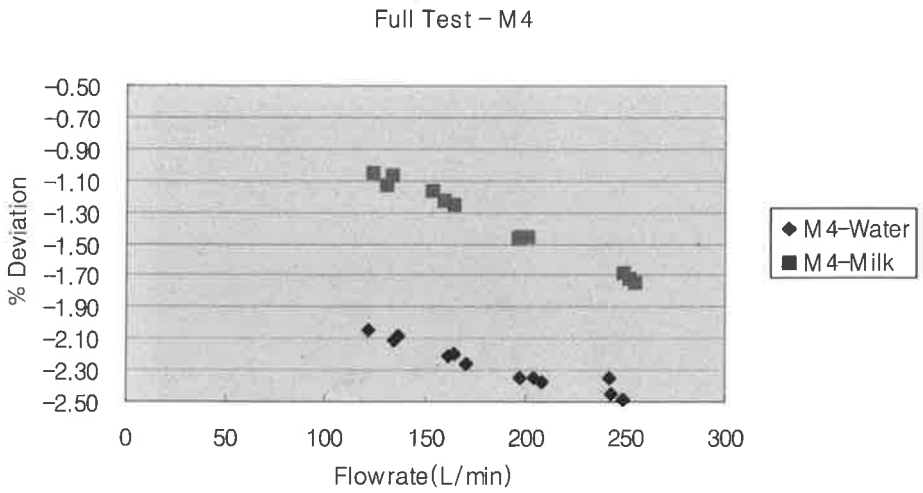

그림 5-5. 미터 M4 의 물과 원유를 사용한 교정검사 결과

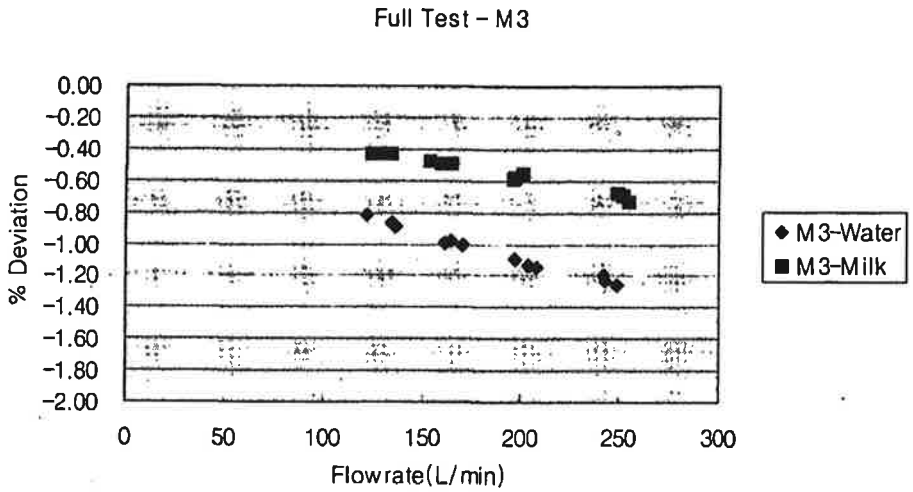

그림 5-4. 미터 M3 의 물과 원유를 사용한 교정검사 결과

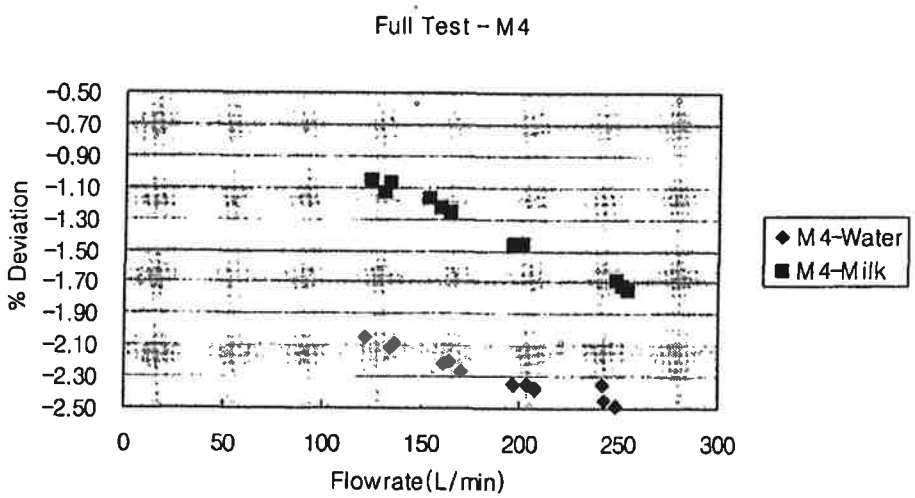

그림 5-5. 미터 M4 의 물과 원유를 사용한 교정검사 결과

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

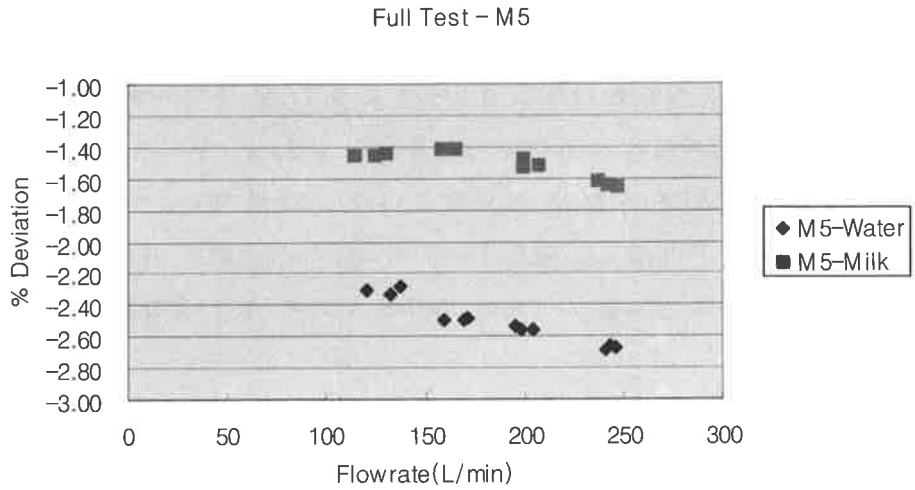

그림 5-6. 미터 M5 의 물과 원유를 사용한 교정검사 결과

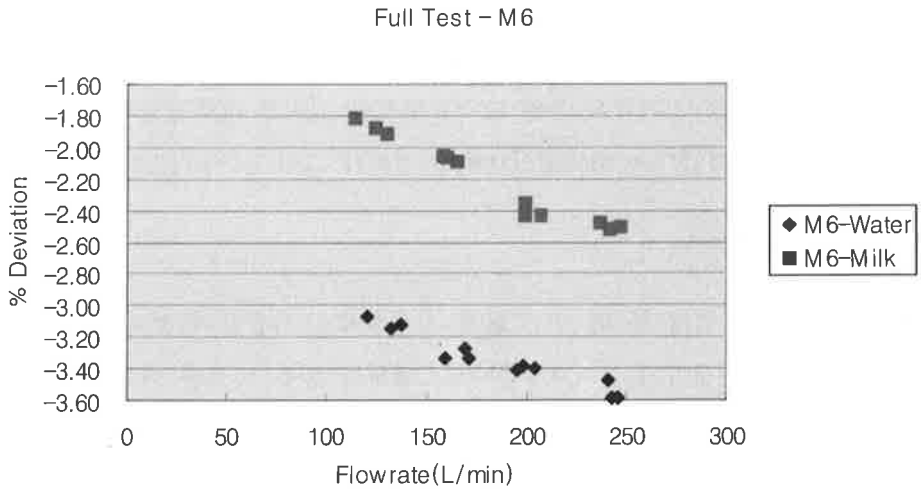

그림 5-7. 미터 M6 의 물과 원유를 사용한 교정검사 결과

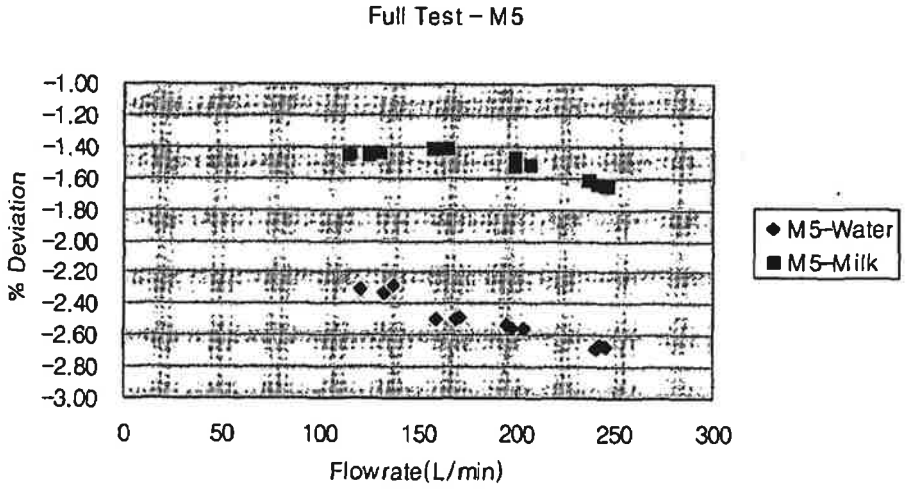

그림 5-6. 미터 M5 의 물과 원유를 사용한 교정검사 결과

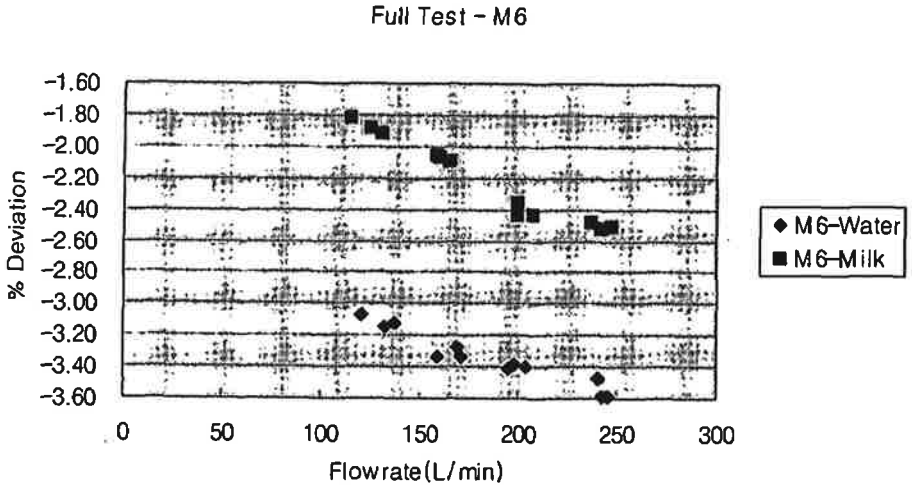

그림 5-7. 미터 M6 의 물과 원유를 사용한 교정검사 결과

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

제 2 절 현장교정 실험

앞의 기본특성 실험에 더하여 현장에서 실질적으로 수행하여야 할 현장교정과 고정표준실에서의 교정과의 상관관계를 규명하기 위하여 비교적 상태가 노후화된 미터 M5와 M6를 제외하고 나머지 4대의 미터들에 대하여 현장교정 방법과 같은 방법으로 집유차량에 미터들을 장착하고 이동용 기준탱크를 사용하여 물과 원유를 사용하여 각각의 미터에 대한 측정특성을 실험하였다.

실험은 실제 우리나라 낙농현장에서 현재 가장 많이 사용하고 있는 디셀과 슈바르테 집유시스템을 장착한 집유차량을 각 1대씩 선정하여 M1부터 M4까지의 각 미터들을 각각의 집유차량을 사용하여 물로 실험하고 또 원유로 실험하는 방법을 채택하였다.

이같은 현장실험에서는 집유차량에 설치된 흡입펌프에 의해 기 설정된 통상적인 집유상태인 상용유동율에 의해 실험을 하게 되므로 실제로 약 180 ~ 220 L/min 범위의 한 포인트의 유동율에서만 5회 반복실험하였다.

이들 모든 실험 결과들은 물론 고정표준실에 설치된 집유유량계 교정검사시설을 사용한 실험결과와 비교되었으며 그결과가 그림 5-8부터 그림 5-11에 나타나 있다.

실험결과를 관찰해 볼 때 우선 물을 실험유체로 사용한 현장실험의 모든 결과들은 고정표준실의 유량계교정검사시스템에서 물을 이용한 실험결과들과 비교적 0.2 ~ 0.3 % 이내로 근사하게 일치하는 결과를 나타내고 있다.

즉 그림 5-8의 미터 M1의 결과를 보면 디셀 집유시스템이 장착된 차량에서 실험한 결과나 슈바르테 집유시스템이 설치된 차량을 사용한 결과가 거의 동일하며 고정표준실에서 한 실험결과와 약 0.2 % 이내로 일치하고 있음

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

을 볼 수 있다.

물을 사용한 미터 M2, M3, M4에 대한 현장 실험결과는 디셀이나 슈바르테 어느 시스템을 사용한 경우나 고정표준실에서 행한 물을 사용한 교정실험결과와 약 0.2 ~ 0.3 % 이내로 일치하고 있음을 볼 수 있다. 이런 결과는 물을 이용한 실험에서는 물 속의 기포가 공기제거기에서 비교적 잘 배출되어 측정시 기포에 의한 영향을 비교적 적게 받기 때문으로 생각된다. 즉 기포제거장치의 성능차에 의한 영향도 별로 나타나지 않았다.

그러나 우유를 실험유체로 사용한 현장교정 결과를 보면 상태가 매우 좋은 신품에 가까운 미터 M1에서의 결과가 다른 미터들에 비해서 고정표준실에서 우유를 사용한 실험결과와 약간 더 큰 명확한 차이를 보이고 있음을 알 수 있다. 즉 현장교정방식의 실험결과가 대략 +0.6 %의 편차를 나타내고 있다. 미터 M2, M3, M4에서의 편차는 대략 +0.3 ~ +0.5 % 범위임을 알 수 있다. 모든 결과들이 거의 + 편차를 나타내는 것은 우유속에 포함된 잔류기포 공기제거기를 통과 하더라도 부분적으로 잔류하고 있어서 측정시 이에 의한 영향을 받는 것으로 판단되며 이미 어느 정도 예측된 결과 이었다.

고정표준실의 집유유량계 교정검사시설에서 우유를 사용하여 수행한 미터들에 대한 실험결과와 미터를 디셀 및 슈바르테 집유차량에 장착하고 기준탱크를 사용한 현장교정 상태로 실험한 결과들은 모두 0.3 ~ 0.6 % 의 편차를 나타내고 있음을 알 수 있다. 물론 그 편차들은 모두 집유차량을 사용한 현장교정의 결과가 더 많은 양을 지시하는 경향임을 알 수 있다.

우리나라 낙농현장에서 기존에 운영되어 왔던 집유유량계 검사 및 정도관리 체계를 살펴보면 일단 집유유량계를 집유차량의 흡입펌프유량을 감안하여 고정표준실에서 물을 사용하여 해당 유량범위에서 교정을 한뒤 그 결과 발견된 편

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

차는 기어조견표등을 사용하여 보정하되 실제 집유차량에 설치하여 우유를 측정하게 될 때 발생하게 될 오차 요인을 +0.6 %로 일정하게 감안하여 보정을 하여 왔다.

그림 5-8에 나타난 집유유량계 M1의 물에의한 실험결과를 보면 유동율 약 200 L/min에서 약 -0.6 %의 오차를 나타내고 있으므로 실제 우유계량 현장에서 약 +0.6 % 오차 요인을 감안하면 기아 조정이 필요 없게된다. 즉 이 상태가 지금까지 우리나라 낙농현장에서 있어왔던 집유유량계 정도관리 체계의 핵심이었다고 할 수 있다. 이 같은 방법은 미터가 신품에 가까운 M1의 경우에는 실제로 이 미터를 집유현장에 사용하더라도 비교적 정확한 측정결과를 나타낼 수 있을 것이다.

그러나 미터가 조금 더 노후화 된 M2의 경우에 대하여 위의 방법을 그대로 적용해 보면 실제 집유유동율 200 L/min에서 미터 M2는 약 -0.8 %의 오차를 나타내므로 현장에서 +0.6 % 의 오차를 나타내는 것을 감안해 약 -0.6 % 정도가 되도록 기어를 조정하면 이때 현장 측정결과는 물을 이용한 고정표준실의 결과와 +방향으로 0.7 ~ 0.8 %의 편차가 나타나므로 결국 실제 측정에서는 미터는 +0.1 ~ +0.2 %의 오차를 보일 것이다.

미터 M3에 대해서 고찰해 보면 유동율 200 L/min에서 물을 사용한 고정표준실의 결과가 -1.1 %의 오차를 보이므로 실제 측정오차 +0.6 %를 감안해 -0.5 % 기어보정을 하게되면 물의 교정결과에 비해 약 +0.8 % 의 편차를 나타내는 현장교정결과를 감안하면 기어조정후 사실상 +0.3 % 정도의 오차를 보이게 될것으로 예측된다.

노후화 정도가 좀더 심한 미터 M4에 대한 결과를 보면 유동율 약 200 L/min에서 오차는 약 -2.3 % 이므로 +0.6 %를 감안하여 +1.7 % 기어보정하

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

면 그에 비해 +1.1 ~ +1.4 % 편차를 나타내는 현장 교정결과를 감안할 때 사실상 +0.3 ~ +0.7 %정도의 오차를 보이게 될 것이다.

이와 같이 기기의 노후 정도에 따라 고정표준실에서 행하는 물에 의한 교정검사 결과의 적용크기와 기어조정의 범위가 달라지지 않으면 현재 행하고 있는 기어보정 방법은 기기의 노후화에 따라 점점 더 큰 측정오차를 유발할 수 있게 될 것이다.

따라서 현재 이루어 지고 있는 정도관리규정을 그대로 따를 경우 기기의 이력이 알려지고 물에 의한 교정검사 결과 오차가 -2 %를 초과하는 경우 기기의 챔버나 피스톤의 점검과 교환이 필수적으로 수반되어야 우유계량에서 목표로 하는 정도관리 수준을 유지할 수 있을 것이다.

그림 5-8부터 5-11까지의 현장 교정검사 실험 결과를 통해 알 수 있는 것은 고정표준실에서 원유를 실험유체로 사용해서 수행한 교정검사 결과와 원유를 실험유체로 사용한 현장 교정검사 결과의 편차는 미터의 노후화 정도에 상관없이 전부 0.2 ~ 0.6 % 범위내에 있음을 알 수 있다.

이같은 결과를 살펴 볼 때 집유유량계를 고정표준실에서 물을 사용하여 교정하는 현재의 방법을 고수하지 않더라도 500 L 이상의 기준탱크와 집유차량을 이용하여 원유로 교정한 결과를 활용하여 일단 기본적인 오차에 따른 기어보정을 하는 방법을 선택하되 원유를 사용한 현장교정검사 결과 그 오차가 1 %를 초과하는 미터에 대해서는 미터의 전반적인 수리와 보정을 위해 고정표준실에서 물로 교정검사를 실시하고 필요에따라 챔버와 로타리피스톤을 교환하도록 조치를 취할 수 있을 것이다.

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

실험결과들을 볼 때 사용년수가 2년이상된 유량계의 교정결과는 유동율변화에 대응하는 오차변화특성곡선의 기울기가 노후화 정도에 비례하여 점점 심해지는 현상을 볼 수 있다. 따라서 이들 미터들에 대한 실험때에는 집유차량의 흡입유동율을 정확히 측정하여 최대한 흡입유동율에 가까운 유동율에서 실험이 수행될 수 있도록 하여야 할 것이다.

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

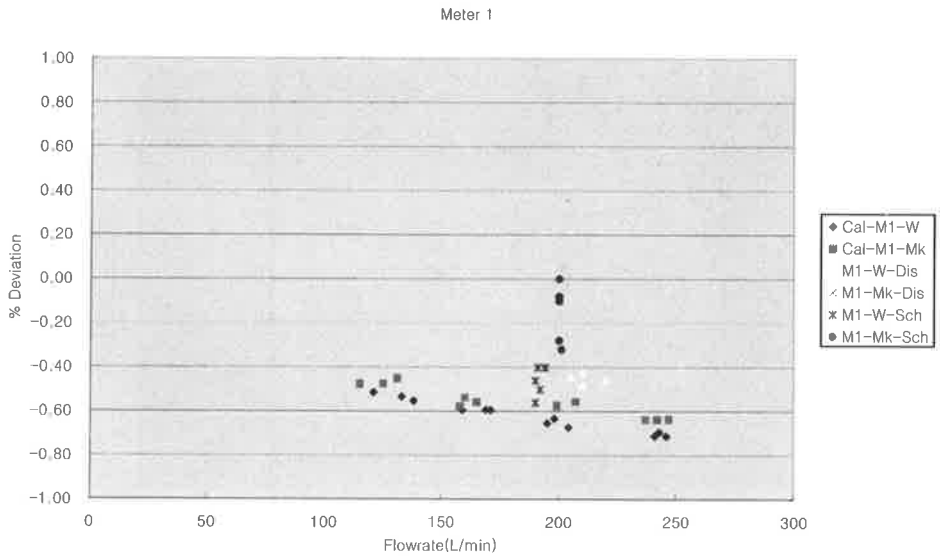

그림 5-8. 미터 M1 의 물과 원유를 사용한 현장교정검사 결과

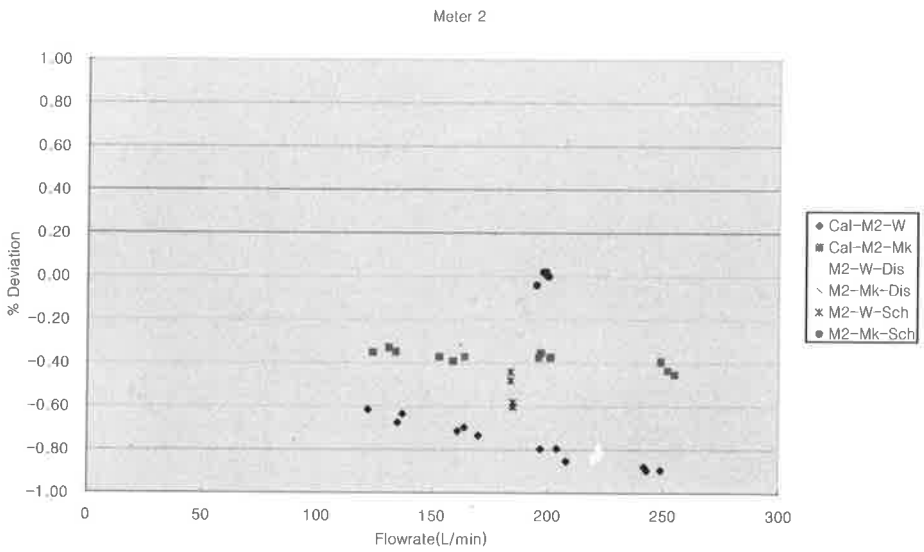

그림 5-9. 미터 M2 의 물과 원유를 사용한 현장교정검사 결과

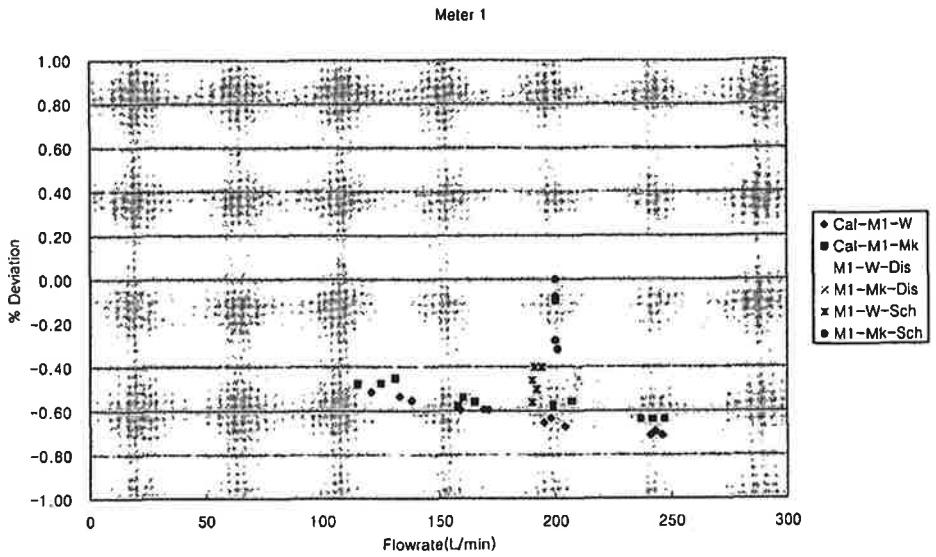

그림 5-8. 미터 M1 의 물과 원유를 사용한 현장교정검사 결과

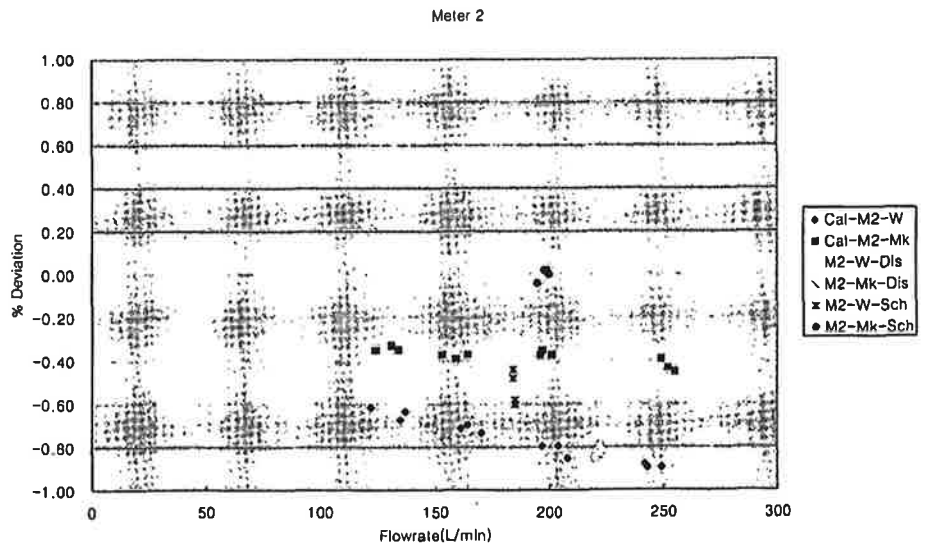

그림 5-9. 미터 M2 의 물과 원유를 사용한 현장교정검사 결과

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

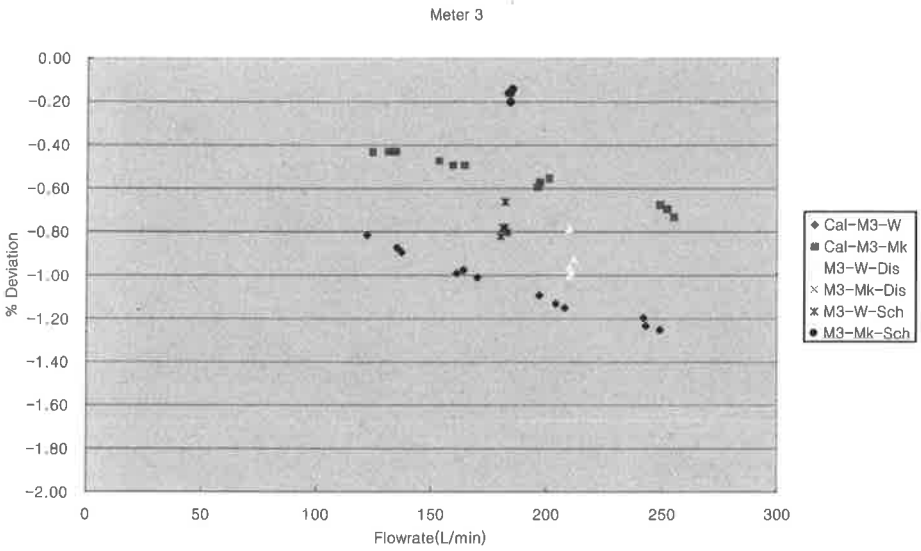

그림 5-10. 미터 M3 의 물과 원유를 사용한 현장교정검사 결과

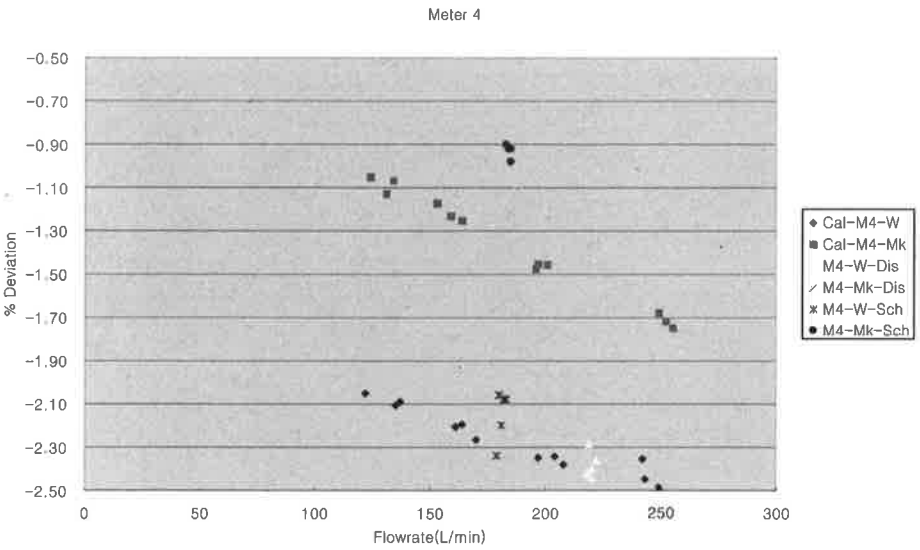

그림 5-11. 미터 M4 의 물과 원유를 사용한 현장교정검사 결과

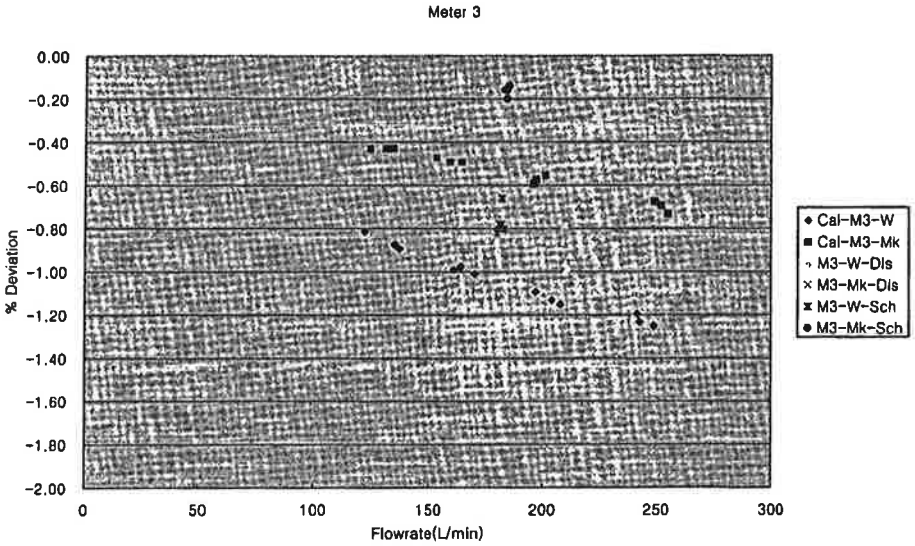

그림 5-10. 미터 M3 의 물과 원유를 사용한 현장교정검사 결과

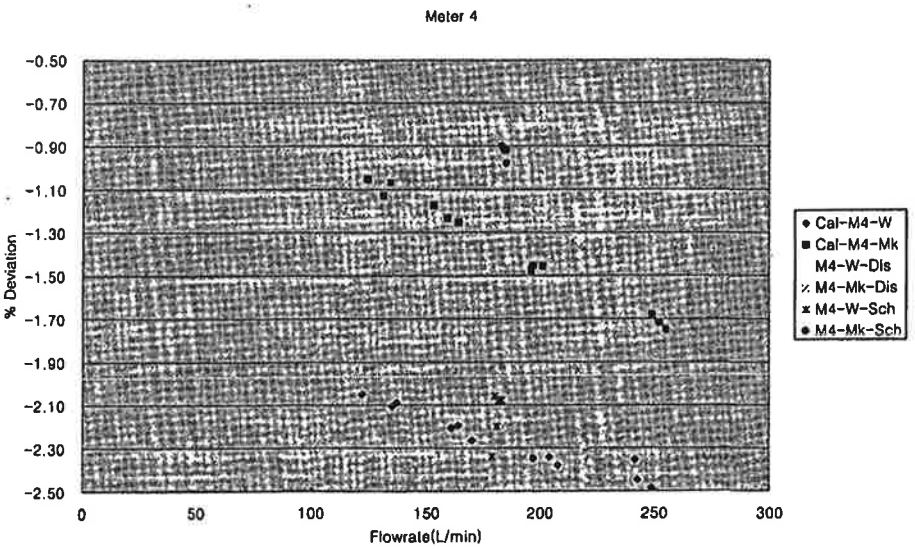

그림 5-11. 미터 M4 의 물과 원유를 사용한 현장교정검사 결과

제 6 장 교정절차 제정

국내낙농산업의 집유현장에서 사용하고 있는 기기는 현재 디셀과 슈바르테사 제품의 기계식 용적형 집유유량계가 가장 큰 비중을 차지하고 있으며 기타 다른 제품들도 이와 유사한 용적형유량계이다.

또한 집유시스템도 주로 디셀과 슈바르테의 제품이 주종을 이루고 있어서 이들 대표적인 제품들을 대상으로 하여 공통적으로 적용할 수 있는 집유유량계 교정절차와 현장교정지침서를 제정하였다.

이 절차서와 지침서는 우리나라 낙농현장의 대표적 집유유량측정 현장을 모델로하여 제정한 것으로 국가표준교정절차서의 기본형식을 따라 제정하였으며 필요한 현장조건과 관련분야의 변화에 따라 부분적인 수정을 거쳐 쉽게 어느 상황이나 유연하게 적용될 수 있도록 배려하였다.

제 1 절 집유유량계 교정절차

1. 적용범위

이 교정지침은 우유용 용적유량계의 교정에 적용한다.

2. 인용규격

본 지침서 작성에 인용한 참고문헌은 다음과 같다.

가. 한국계량측정협회, "면적유량계의 표준교정절차", KASTO - 96 - 10 -

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

302 - 151

나. 한국시험 · 검사기관 인정기구, "측정결과 불확도표현 및 평가지침", KOLAS - SG - 101, 1998

다. 한국표준과학연구원, "측정불확도 표현지침", KRISS-99-070-SP

라. ISO, "Guide to the expression of uncertainty in measurement", 1992 ed.

3. 용어의 정의

이 교정지침에 사용한 용어는 "계량의 기초적이고 일반적인 용어에 관한 국제용어 사전(International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology-1993 발행)", "법정 계량 용어사전(Vocabulary of Legal Metrology-1978 발행)", OIML R110(1994 발행) 및 한국표준과학연구원 "측정불확도 표현지침"에 근거하였다.

가. 기본용어

1) 상대오차(relative error) : 측정의 오차를 측정량의 참값으로 나눈값. 상대오차는 일반적으로 백분율(%)로 표시한다.
2) 우연오차(random error) : 반복성 조건을 유지하면서 같은 측정량을 무한히 측정하여 얻은 모평균을 측정결과에서 뺀 값
3) 계통오차(systematic error) : 반복성조건을 유지하면서 같은 측정량을 무한히 측정하여 얻은 모평균에서 측정량의 참값을 뺀 값

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

4) 분산(variance) : 확률변수 X의 분포가 모평균 μ로부터 흩어진 정도를 나타내는 양으로서 $\sigma^2 = V(X) = E\{[X-\mu^2]\}$로 정의된다.

5) 표준편차(standard deviation) : 분산의 양(陽)의 제곱근 : $\sigma = \sqrt{V(X)}$

6) 신뢰수준; 신뢰계수(confidence level; confidence coefficient) : 신뢰구간 또는 통계적 포함구간과 관련된 확률값 $(1-\alpha)$

7) 자유도(degree of freedom) : 관측값의 수에 대하여 특정 체계 내에서 임의로 결정될 수 있는 수의 개수. 예를들어 표분분산의 경우, 표본분산을 얻으려면 $(x_i - \overline{x})$값을 제곱하여야한다. 이때 제한 조건은 $\sum(x_i - \overline{x}) = 0$ 뿐이므로 임의로 결정될 수 있는 (n-1) 개가 된다. 즉 표본의크기는 n이지만 $(x_i - \overline{x})$는 (n-1)개 만이 임의로 결정된다. 따라서 표본분산의 자유도는 (n-1)이다.

8) 불확도(uncertainty) : 측정결과에 관련하여, 측정량을 합리적으로 추정한 값의 분산특성을 나타내는 파라미터. 측정의 불확도는 일반적으로 여러 성분으로 구성되어 있으며, 크게 두 부류로나눌 수 있다. 한 부류는 측정 결과의 통계적인 분포로부터 값이 결정되는 것으로 실험표준편차로 나타낼 수 있고, 다른부류는 마찬가지로 표준편차로 나타낼 수 있지만 경험이나 다른 정보에 근거하여 가정한 확률분포로부터 그 값이 결정되는 것이다.

9) 불확도의 A형평가(type A evaluation of uncertainty) : 일련의 관측값을 통계적으로 분석하여 불확도를 구하는 방법

10) 불확도의 B형평가(type B evaluation of uncertainty) : 일련의 관측값의 통계적인 분석 이 아닌 다른 방법으로 불확도를 구하는 방법

11) 합성표준불확도(combined standard uncertainty) : 측정결과가 여러개의 다른 입력량으로부터 구해질 때 이 측정결과의 표준불확도를 합성표준불확도라 한다.

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

합성표준불확도는 각 입력량의 변화가 측정결과에 미치는 영향에 따라 가중된 분산과 공분산의 합의 양의 제곱근과 같다.

12) 확장불확도(expanded uncertainty) : 측정량의 합리적인 추정값이 이루는 분포의 대부분을 포함할 것으로 기대되는 측정결과 주위의 어떤 구간을 정의 하는 양

13) 포함인자(coverage factor) : 확장불확도를 구하기 위하여 합성표준불확도에 곱하는 수치인자. 포함인자 k의 값은 보통 2와 3 사이에 있다.

나. 유량측정에 관한 용어

1) 부피유동율 (volume flowrate) : 부피유동율은 단위 시간당 유량계나 파이프를 통과한 유체의 부피이며 단위는 m^3/h를 기본으로 한다.

2) 질량유동률 (mass flowrate) : 질량유동율은 단위 시간당 유량계나 파이프를 통과한 유체의 질량이며 단위는 kg/h를 기본으로 한다.

3) 유량 또는 적산량 (flow quantity) : 주어진 시간동안 흐른 유체의 부피 또는 질량유동율의 합으로 단위는 m^3 또는 kg을 기본으로 한다.

4) 사용 유동율 범위 : 주어진 오차 범위 안에서 사용할 수 있는 유량계의 최소 유동율과 최대 유동율 사이의 유동율 영역이다.

5) 평균유속 (average flow velocity) : 부피유동율을 관의 평균단면적으로 나눈 값이다.

6) 참값 (true value) : 측정 표준시스템이나 표준과 소급성이 유지되는 기준미터에서 얻은 값.

7) 지시값 (indicated value) : 피교정유량계가 지시하는 값.

8) 수용부피(Containment volume) : 기준온도에서 용기에 채워진 액체의 부피

9) 출용부피(Delivery volume) : 기준온도에서 용기로부터 배출된 액체의

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

부피

10) 메니스커스(Meniscus) : 액체를 용기에 담았을 때 오목한 모양으로 생긴 수면

11) 수집시간(Collection time) : 액체를 용기에 담는데 걸린시간

12) 배출시간(Delivery time) : 가장 높은 눈금에서 가장 낮은 눈금까지 액체의 메니스커스를 내리는데 걸리는 시간

13) 대기시간(Waiting time) : 메니스커스가 측정눈금에 도달한 후 눈금을 관측할 때까지 걸리는 시간

14) 탱크집유차량 : 목장에서 생산된 원유의 수집을 목적으로 제작된 차량으로서 원유의흡입,계량을 위하여 유량계를 포함한 집유기기 즉, 흡입호스, 임펠라펌프, 여과기, 기포제거기, 시료채취기, 유량계, 역류방지밸브등 이 장착된 차량을 말한다.

15) 상용(常用)유동율 : 탱크집유차량이 차량엔진의 중립상태에서 목장에서 집유기기를 이용하여 원유를 흡입하는 유동율을 말한다

16) 교정유체 : 교정에 사용된 유체

17) 교정유동율범위 : 유효한 교정 및 실험이 이루어진 유동율 영역

다. 교정장치(calibration system)에 관한 용어

1) 무게측정식 교정장치(gravimetric system) : 유량계를 통과한 유체를 수집하여 그 무게를 측정하고 유량계의 지시값과 비교하는 장치이다. 부피유량으로 환산하려면 밀도를 별도로 측정한다.

2) 부피 측정식 교정장치(volumetric system) : 유량계를 통과한 유체를 수집하여 그 부피를 측정하고 유량계의 지시값과 비교하는 장치다. 부피측정장치는 액체용은 기준탱크(standard volume tank) 기체용은 벨푸루버(Bell Prover)등을 사용한다.

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

3) 기준미터에 의한 교정장치 : 교정대상 기기 보다 정확도가 높은 유량계로 비교교정하는 장치이다. 이때 기준미터는 측정하는 동안 정상적으로 작동하는 것을 확인 할 수 있어야 하며 일반적으로 2개의 기준미터를 직렬 또는 병렬로 연결하여 이를 확인한다.

라. 교정 방법(calibration method)에 관한 용어

1) 정적인 측정법(static weighing, static gauging) : 유체를 수집하여 무게(weight) 또는 부피(volume)를 측정할 때 유체의 수집을 멈추고 수집탱크 내부에 수집된 유체의 양을 측정하는 방법.
2) 동적인 측정법(dynamic weighing, dynamic gauging) : 유체를 수집하여 무게(weight) 또는 부피(volume)를 측정할 때 유체의 흐름을 차단하지 않고 유체가 수집되는 상태에서 일정기간 동안 채워진 유체의 양을 측정하는 방법.
3) Flying start and finish 방법 : 유동률을 결정하기 위하여 유량계를 통과하는 유체를 수집할 때 유체가 유동하는 상태에서 유체의 흐름을 방해하지 않으면서 유체의 수집을 시작하고 끝내는 방법.
4) Standing start and finish 방법 : 적산된 양을 측정하기 위해 유량계를 통과하는 유체를 수집할 때 유체의 흐름이 멈춘 상태에서 수집을 시작하고 또 흐름을 차단하여 끝내는 방법.

4. 교정내용

우유용 용적유량계의 교정에서 구하는 항목은 다음과 같다.

가. 수집된 액체량 (부피)

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

나. 수집액체의 온도(기준탱크 및 유량계)

다. 수집시간

라. 유량계 지시값

마. 참값

5. 사용유체

상온의 물

6. 소요장비 명세

가. 액체용 부피식 유량계 교정장치

교정장치는 기본적으로 유동발생장치(펌프), 시험배관, 일정액면유지장치, 기준부피탱크로 구성되고 정확도가 유지되도록 불확도 해석과 표준장치와의 비교 실험 등을 통하여 측정불확도를 확인한다.

나. 온도계

온도계는 배관내를 흐르는 물의 온도와 기준탱크의 온도를 측정하기 위해 필요하다. 배관에 흐르는 물의 온도를 측정하기 위해서는 온도계가 배관에 삽입된 형태로 설치되어 있어야 한다.

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

다. 초시계

스톱워치등을 사용할 수 있으며 교정때 물 수집시간을 기록하여 교정유동율을 계산한다.

7. 교정방법

우리조합의 교정방법은 통상적으로 부피측정식 교정장치를 사용하여 Standing start and finish방법으로 실행하며 필요에 따라 기준미터를 사용할 수도 있다.

가. 교정장치의 구성도 : 붙임 1

나. 교정장치의 콘트롤판넬 구성도 :붙임2

다. 교정의 준비

1) 교정실무자는 교정기록지(SDC-CP양식18-02)에 피교정유량계의 의뢰 업체, 유량범위(최대유동률), Model, 제작회사 등을 기록하고 집유기기 전체의 이상유무를 육안으로 검사한다
2) 교정실무자는 집유차량을 평탄한곳에 주차시킨다. 목장에서의 집유방법과 동일하게 300 L 이상의 물을 3회 반복 흡입하여 수집시간과 유량계의 지시값을 측정하여 평균 상용(常用)유동률을 확인하여 기록한다.
3) 교정장치의 모든밸브를 연다. 단, V1 과 V6은 제외
4) V3는 Bypass 밸브로 펌프를 보호한다.
5) 콘트롤판넬 내부의 메인전원을 켠다.

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

6) 콘트롤판넬 외부의 전원스위치(SW1)를 켠다.

7) 공기압축기를 가동시킨다.

8) 피교정 유량계의 최대유동률(유량범위)에 따라 다음과 같이 기준부피탱크를 선택한다.

가) 최대유동률이 400 L/min 이상인 유량계는 수집배관 L1을 일정액면유지장치에 연결하고 1000L 기준부피탱크 를 사용하여 교정한다.

나) 최대유동률이 200 L/min ~ 400 L/min 인 유량계는 수집배관 L2를 일정액면유지장치에 연결하고 500L 기준부피탱크 를 사용하여 교정한다.

다) 최대유동률이 200 L/min 이하인 유량계는 수집배관 L3을 일정액면유지장치에 연결하고 200 L 기준부피탱크 를 사용하여 교정한다.

9) 압력이 상승하면 선택한 기준부피탱크의 하부 드래인 밸브를 열어 응축수를 제거한다.

10) 펌프가 돌아가면 압력계의 압력이 상승하는지 확인한다.

11) 자동으로 정지된 후 압력이 8 kgf/㎠인지 확인한다.

12) 에어Valve를 서서히 열면서 압력이 5 ~ 6 kgf/㎠에서 재기동 되는지 확인한다.

13) 콘트롤판넬의 레귤레이터의 압력을 확인한다.(5.2 kgf/㎠)

14) 콘트롤판넬의 압축공기 공급스위치(SW2)를 ON시킨다.

15) 탱크집유차량에서 떼어낸 피교정 유량계를 교정장치의 받침대에 조심해서 올려놓는다

16) 연결유니온과 배관은 피교정 유량계와 동일한 구경으로 선택한다.

17) 피교정 유량계의 유동방향을 확인하고 배관의 중심선을 일치시켜 설치한다.

18) 콘트롤판넬의 유동률 조정장치를(CT1) 0위치에 놓는다.

19) 콘트롤판넬의 펌프스위치(SW3)를 켠다.

20) 유동률을 피교정 유량계의 최대유동률이 넘지않는 범위에서 서서히 유

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

량을 증가시킨다.

21) 유량 교정실험에 앞서 물의 온도변화, 펌프의 성능을 고려해 펌프의 예비 운전을 충분히 하여 준다.

22) 펌프의 예비운전중 선택된 기준부피탱크에 물을 수집하면서 피교정 유량계의 연결부위, 수집라인 연결부위 및 기준부피탱크의 드래인밸브(V9 또는V10 또는V11)의 누수여부를 확인하여 누수가 없도록 조치한다.

23) 기포 제거밸브 V4를 열어서 배관의 기포를 완전히 제거 시킨다.

라. 유량계의 조정

1) 스톱워치를 이용하여 피교정 유량계의 상용(常用)유동률을 설정한다. 즉, 기준부피탱크에 물을 수집하는 동안의 시간을 스톱워치로 측정하여 유동률을 구하고 원하는 상용(常用)유동률 일때의 유동률 조정장치(CTI)의 위치를 확인한다

2) 기준부피탱크의 물을 배출시키고 기준부피탱크의 교정성적서의 명기된 배출후 대기시간을 지켜서 드래인 밸브를 닫는다.

3) 유동률 조정장치(CT1)를 이용하여 유량계의 상용(常用)유동률에서 물을 수집한다. 이때 스톱워치를 이용하여 수집시간도 측정한다.

4) 수집된 기준부피탱크의 측정값을 기록한다.(읽는위치:매니스커스하단)

5) 지시된 피교정유량계의 측정값을 읽고 기록한다.

6) 측정된 수집시간을 기록한다.

7) 3)에서 6)까지의 시험을 3회 반복하여 측정값의 평균 상대오차를 산정, 기록한다.

8) 물과 우유와의 점도차 및 유량계를 탱크집유차량에 장착가동시 우유속의 기포함유량에 따른 편차를 보정하기 위해서 -0.6%가 되도록 유량계 제작사에서 제시하는 기어조견표에 의하여 유량계의 Calibration 기어를 교

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

체한다.

9) 교정실무자는 기존의 기어번호와 교체한 기어번호를 기록한 후 교정을 실행한다.

마. 교정의 실행

1) 기준부피탱크에 물을 수집하는 동안의 시간을 스톱워치로 측정하여 유동률을 구하고 원하는 교정유동률 일때의 유동률 조정장치(CT1)의 위치를 확인한다.
2) 기준부피탱크의 물을 배출시키고 기준부피탱크의 교정성적서의 명기된 배출후 대기시간(30초)을 지켜서 드래인 밸브를 닫는다.
3) 유동률 조정장치(CT1)를 이용하여 유량계의 상용유동률에서 물을 수집한다. 이때 스톱워치를 이용하여 수집시간도 측정한다.
4) 수집된 기준부피탱크의 측정값을 읽고 기록한다.(읽는위치 : 매니스커스 하단)
5) 지시된 피교정유량계의 측정값을 읽고 기록한다.
6) 측정된 수집시간을 기록한다.
7) 위와 같은 방법으로 상용유동률의 +10 %와 -10 % 유동률에서 시험하며 각 유동률에서 5회 반복한다.
8) 매시험마다 필요한 측정값 즉, 피교정유량계의 지시값, 기준부피탱크의 측정값, 물의온도, 수집시간을 교정기록지(SDC-CP양식18-02)에 기록한다.

바 교정종료

1) 교정이 종료되면 펌프스위치(SW3)를 끈다.

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

2) 콘트롤판넬의 압축공기 공급스위치(SW2)를 끈다.

3) 드레인 밸브(V6)를 열어서 배관내의 물을 제거하고 닫아준다.

4) 피교정 유량계를 배관에서 분리한다.

5) 공기압축기의 스위치를 끈다.

6) 공기압축기의 드레인 밸브를 열어 응축수를 제거한다.

7) 콘트롤판넬의 전원 스위치를 끈다.

8. 불확도 산정절차

아래 가의 보정은 매 실험때마다 정확히 적용하며 나의 보정절차를 생략하기 위해서는 실험때 모든 장치들의 열평형이 안정적으로 유지되도록 충분한 예비운전을 실시하여 기준탱크와 유량계에서의 물의 온도차가 0.2 ℃ 이내로 유지되도록 한다.

가. 기준부피탱크 재질의 온도에 의한 변화(C_{tmp})를 기준부피탱크의 표시값에 곱해서 사용한다. 즉, 탱크 교정때 명시된 온도와 실제 사용온도 차이에 의한 영향을 보정한다.

$$C_{tmp} = 1 + \beta_{mp}(t_{mp} - t) \qquad (6\text{-}1)$$

여기에서 β_{mp}는 기준부피탱크 체팽창계수이고 t_{mp}는 교정성적서에 표시된 기준부피탱크 의 기준온도이며 t 는 피교정 유량계를 통과하는 물의 온도(탱크의 온도)이다. β_{mp}값은 stainless steel의 경우 0.000048/℃이다.

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

나. 기준부피탱크에 수집된 물의 온도와 유량계를 통과한 물의 온도차에 의한 변화(C_{tlp})를 보정한다. 즉, 보정된 기준부피는 유량계 지시값 × C_{tlp}

그리고 $C_{tlp} = \frac{1}{1+\beta_{lp}(t_{lp}-t)}$ (6-2)

여기에서 β_{lp}는 수집된 물의 체적팽창계수, t_{lp} 는 수집된 물의 온도이며 t 는 피교 정 유량계를 통과하는 물의 온도이다. β_{lp} 는 온도에 따라 변하는 값으로써 물인 경우는 $\beta_{lp} = (t_{lp}-4)/72000$ 이다.

다. 불확도의 산정

교정결과의 불확도 산정은 사용된 기준부피탱크의 불확도(B type)와 피교정 유량계의 실험결과가 가지는 불확도(A type)를 합성하여 표현한다.

1) 기준부피탱크의 표준 불확도

기준부피탱크의 교정성적서에 표기된 불확도는 확장불확도(U)로서 기준부피탱크의 표준 불확도(u_{std})로 표현하기 위해서는 포함인자(k)로 나누어 다음과 같이 구한다.

$u_{std} = U/k$ (6-3)

여기에서 포함인자 k는 2로서 95 % 신뢰도를 기준으로 측정값을 추정한다. 포함인자 k는 측정결과의 유효자유도(Effective degrees of freedom)를 근거로 하여 t-분포표에서 구할 수 있으나 한국표준과학연구원에서는 2를 채택(측정불확도 표현지침, KRISS-99-070-SP)하여 기준부피탱크의 확장불확

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

도를 산정하였다.

2) 교정결과의 표준불확도

교정결과의 표준불확도는 피교정 유량계 측정결과의 불확도를 나타내는 것으로 각각의 유동률측정값 x_i는 피교정 유량계의 특성이나 우연변동효과 때문에 각기 다른 값을 갖게 되며 측정값의 실험분산은 다음식으로 표시된다.

$$s^2(q_k)=\frac{1}{(n-1)}\sum_{k=1}^{n}(q_k-\bar{q})^2 \qquad (6\text{-}4)$$

즉, 각각의 유동률에서 측정값 q_k의 평균값 $\bar{q}$으로 부터 분산을 나타내는 것이다. 제곱근을 구하여 교정결과에 대한 표준불확도를 구한다. 여기에서 q_k의 표시 방법으로 상대오차, 미터 factor값 등을 사용할 수 있다.

3) 합성표준불확도

기준부피탱크로 유량계를 교정했을때 합성표준불확도는 다음과 같이 표시할 수 있다. 즉, 기준부피탱크가 가지는 B type 불확도와 실험결과로부터 얻은 A type 불확도에 의해 다음과 같이 구한다.

$$u(q)=\sqrt{(\text{기준부피탱크의 불확도})^2+(\text{교정결과의 불확도})^2}$$
$$=\sqrt{(u_{std})^2+s^2(q_k)}$$

4) 확장 불확도

$$U=ku(q) \qquad (6\text{-}5)$$

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

여기에서 k는 포함인자로서 불확도의 신뢰구간을 나타내고 95 % 신뢰구간에서 k=2 로 표기한다. 따라서 확장불확도 U는 합성표준불확도에 포함인자 k=2 를 곱해 표현 한다.

9. 교정결과의 기록

교정결과는 상대오차의 표기법 또는 미터 factor표기법을 사용함을 원칙으로 한다.

가. 상대오차의 표기법

피교정 유량계의 측정값과 기준부피탱크가 측정한 값을 각각 보정하여 기준부피탱크의 지시값을 구하고 피교정 유량계의 측정값과 차이를 백분율로 표시한 것이다.

$$\text{상대오차} = \frac{\text{피교정유량계 측정값} - \text{기준부피탱크 지시값}}{\text{기준부피탱크 지시값}} \times 100\ (\%)$$

나. 미터 factor 표기법

기준부피탱크가 표시하는 지시값을 피교정 유량계의 측정값으로 나누어 표기하는 방법.

$$\text{미터 } factor = \frac{\text{기준부피탱크의 지시값}}{\text{피교정유량계의 측정값}}$$

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

10. 불확도 산정의 예

가. 기준부피탱크의 표준 불확도

기준부피탱크의 확장불확도(성적서에 표기된)가 0.016 % 일때 95 % 신뢰구간의 포함인자 k=2 이므로 기준부피탱크의 표준불확도는 다음과 같이 구한다.

$$u_{std} = U/k = 0.016 / 2 = 0.008\ \% \qquad (6\text{-}6)$$

나. 교정결과의 표준불확도

측정결과의 상대오차 값이 다음과 같이 15개의 측정값 -0.48, -0.46, -0.40, -0.40, 0.18, 0.06, -0.48, -0.20, -0.44, -0.24, -0.14, 0.02, 0.10, 0.10, -0.30 % 를 가진다고 하면 측정값의 평균값은 -0.21 %이며 실험분산은 다음식에 대입하여 구한다.

$$s^2(q_k) = \frac{1}{(n-1)} \sum_{k=1}^{n} (q_k - \bar{q})^2 \qquad (6\text{-}7)$$

여기에서 q_k 는 각각의 측정값, $\bar{q}$는 측정값의 평균을 나타낸다. 따라서 대입하여 계산하면 다음과 같은 결과를 얻는다.

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

$$s^2(q_k) = \frac{1}{(15-1)} \{(-0.48+0.21)^2+(-0.46+0.21)^2+(-0.4+0.21)^2$$
$$+(-0.4+0.21)^2+(0.18+0.21)^2+(0.06+0.21)^2$$
$$+(-0.48+0.21)^2+(-0.2+0.21)^2+(-0.44+0.21)^2$$
$$+(-0.24+0.21)^2+(-0.14+0.21)^2+(0.02+0.21)^2$$
$$+(0.1+0.21)^2+(0.1+0.21)^2+(-0.3+0.21)^2\}$$
$$= 0.058$$

따라서 교정결과가 가지는 표준 불확도는 다음과 같이 표현된다.

$$u(q_k) = 0.241\ \%$$

다. 합성표준불확도

앞의 결과로 부터 합성표준불확도를 구한다.

$$u(q) = \sqrt{(\text{기준부피탱크의 표준불확도})^2 + (\text{교정결과의 표준불확도})^2}$$
$$= \sqrt{(u_{std})^2 + s^2(q_k)}$$
$$= \sqrt{(0.008)^2 + (0.241)^2}$$
$$= 0.241\ \%$$

라. 확장 불확도

측정결과의 확장 불확도는 표준불확도에 포함인자 2를 곱하여 구한다.

$$U = ku(q) = 2 \times 0.241 = 0.482\ \% \qquad (6\text{-}8)$$

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

따라서 계산된 확장불확도를 교정결과의 최종 불확도로 성적서에 표기한다.

11. 교정성적서 작성방법

가. 교정성적서에 포함할 내용은 다음과 같으며 PC를 이용, 작성한다.

1) 의뢰기관명 및 교정번호
2) 측정기 명칭, 제작회사, 모델명, 기기번호
3) 교정일자
4) 교정환경(온도 및 교정장소)
5) 측정표준의 소급성(교정방법 또는 절차서명)
6) 교정에 사용한 표준장비 명세
7) 교정결과
8) 확장불확도
9) 교정실무자, 기술책임자의 서명 및 교정기관장의 직인

나. 교정시 기록한 측정값을 불확도 산정 전산프로그램이 설치된 PC에 입력하여 불확도를 산정한다

다. 작성한 성적서를 확인후 인쇄한다

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

12. 교정성적서 작성 예 :

교 정 성 적 서	교정번호 : SDC-00001 (2)쪽 중 (1) 쪽

1. 의뢰기관
   기관명 : (주)빙그레
   주 소 : 경기 남양주시 도농동 344-3
2. 측정기
   품 명 : 우유용 용적유량계 (로타리피스톤메타)
   제작회사 및 형식 : SIEMENS RZ 2N
   기기번호 : 1234567
3. 교정일자 : 2001.3 .20 .
4. 교정환경
   온 도 : 20 ±2 ℃
   교정장소 : ■ 고정표준실 □ 이동시설 □ 현장
5. 측정표준의 소급성
   교정방법 및 소급성 서술
   상기기기는 한국표준과학연구원으로부터 표준소급된 교정장비를 사용하며 SDC -CW -F01 의 교정지침에 따라 교정되었다

   교정에 사용한 표준장비 명세

사용장비명	제작회사 및 형식	기기번호	차기교정일	교정기관	확장불확도
기준부피탱크500L	Schwarte Werk	P405	2004.1.27	표준과학연구원	0.08L

6. 교정결과 : 붙임 교정결과 참조
7. 측정불확도 : 붙임 교정결과 참조

확인	작성자 : 교정실무자 성 명 : 강 기 송 (서명)	승인자 직 위 : 기술책임자 성 명 : 정재호 (서명)

위 교정결과는 국가표준기본법 제14조 규정에 의거하여 국가측정표준과 소급성이 확립된 측정기기로서 교정한 성적서임을 증명합니다.

기술표준원 지정 국가교정기관장
서울우유협동조합장 (인)
서울특별시 중랑구 상봉동 137-7 번지(전화: 02-490-8367 Fax : 02-490-8369)

이 성적서는 측정기의 정밀정확도에 영향을 미치는 요소(과부하, 온도등)의 급격한 변화가 발생할 경우에는 무효가 됩니다.

SDC-CP양식 18-01 Rev. No. 00

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

교 정 결 과
CALIBRATION RESULTS

교정번호(Certificate No.) : SDC - 00001

(2)쪽 중 (2)쪽
Page of Pages

교정품명 및 형식 : 우유용 용적유량계(Rotary Piston Type Flowmeter)
기기번호 : 1234567

번호 Run No.	유동율 (Flowrate) (L/min)	지시값 (Meter Read) (L)	참값 (STD Read) (L)	상대오차 (% Deviation)
1	200	496.8	499.2	-0.48
2	400	497.8	500.1	-0.46
3	600	498.0	500.0	-0.40
4	800	497.8	499.8	-0.40
5	1000	496.9	496.0	0.18
6	800	497.3	497.0	0.06
7	600	496.6	499.0	-0.48
8	400	497.5	498.5	-0.20
9	200	498.0	500.2	-0.44
10	200	497.8	499.0	-0.24
11	400	499.4	500.1	-0.14
12	600	500.6	500.5	0.02
13	800	499.7	499.2	0.10
14	1000	500.8	500.3	0.10
15	1000	498.7	500.2	-0.30

교정유체(Calibration Fluid) : 물(Water)
교정 유동률 범위(Test Flowrate Range) : 200 ~ 1000(L/min)
평균측정오차 : -0.21 %
평균측정오차에 대한 확장불확도(Uncertainty),(at 95 % confidence level) : 0.482 %

- 이상 끝. -

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

제2절 현장교정 지침

1. 적용범위

본 지침은 고정표준실이외의 장소에서 수행하는 교정작업(이하 "현장교정" 이라 한다) 즉, 탱크 집유차량에 장착된 집유기기의 현장교정에 대하여 적용한다.

2. 목적

고객의 편의를 위하여 탱크집유차량에 집유기기가 장착된 상태로 현장에서 교정을 실시할 때 그 유효성이 보장 될 수 있도록 하는데 목적이 있다

3. 용어의 정의

가. 기본용어

1) 탱크집유차량 : 목장에서 생산된 원유의 수집을 목적으로 제작된 차량을 말한다.
2) 집유기기 : 탱크집유차량에 장착되어 유량의 계량을 위한 장치 즉, 흡입호스, 임펠라펌프, 여과기, 공기제거기, 시료채취기, 유량계, 역류방지밸브 등을 말한다.
3) 기준부피탱크 :현장교정시에 휴대할 수 있는 일정용량으로 제작된 탱크를 말하며 측정표준의 소급성이 갖추어진 탱크를 사용한다
4) 드레인 밸브: 기준부피탱크 하단의 원유배출을 위한 밸브를 말한다.
5) 유동률: 집유기기가 원유를 흡입할때 단위 시간당 흐르는 부피를 말한다.

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

6) 상대오차(relative error) : 측정의 오차를 측정량의 참값으로 나눈값. 상대오차는 일반적으로 백분율(%)로 표시한다.

7) 우연오차(random error) : 반복성 조건을 유지하면서 같은 측정량을 무한히 측정하여 얻은 모평균을 측정결과에서 뺀 값

8) 계통오차(systematic error) : 반복성조건을 유지하면서 같은 측정량을 무한히 측정하여 얻은 모평균에서 측정량의 참값을 뺀 값

9) 분산(variance) : 확률변수 X의 분포가 모평균 μ로부터 흩어진 정도를 나타내는 양으로 $\sigma^2 = V(X) = E\{[X-\mu^2]\}$로 정의된다.

10) 표준편차(standard deviation) : 분산의 양(陽)의 제곱근 : $\sigma = \sqrt{V(X)}$

11) 신뢰수준; 신뢰계수(confidence level; confidence coefficient) : 신뢰구간 또는 통계적 포함구간과 관련된 확률값 $(1-\alpha)$

12) 자유도(degree of freedom) : 관측값의 수에 대하여 특정 체계 내에서 임의로 결정될 수 있는 수의 개수. 예를 들어 표분분산의 경우, 표본분산을 얻으려면 $(x_i - \overline{x})$값을 제곱하여야 한다. 이때 제한 조건은 $\sum(x_i - \overline{x}) = 0$ 뿐이므로 임의로 결정될수 있는 (n-1) 개가 된다. 즉 표본의 크기는 n이지만 $(x_i - \overline{x})$는 (n-1)개 만이 임의로 결정된다. 따라서 표본분산의 자유도는 (n-1)이다.

13) 불확도(uncertainty) : 측정결과에 관련하여, 측정량을 합리적으로 추정한 값의 분산특성을 나타내는 파라미터. 측정의 불확도는 일반적으로 여러 성분으로 구성되어 있으며, 크게 두 부류로 나눌 수 있다. 한 부류는 측정결과의 통계적인 분포로부터 값이 결정되는 것으로 실험표준편차로 나타낼 수 있고, 다른부류는 마찬가지로 표준편차로 나타낼 수 있지만 경험이나 다른 정보에 근거하여 가정한 확률분포로부터 그 값이 결정되는 것이다.

14) 불확도의 A형평가(type A evaluation of uncertainty) : 일련의 관측값을 통계적으로 분석하여 불확도를 구하는 방법

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

15) 불확도의 B형평가(type B evaluation of uncertainty) : 일련의 관측값의 통계적인 분석이 아닌 다른 방법으로 불확도를 구하는 방법

16) 합성표준불확도(combined standard uncertainty) : 측정결과가 여러개의 다른 입력량으로부터 구해질 때 이 측정결과의 표준불확도를 합성표준불확도라 한다. 합성표준불확도는 각 입력량의 변화가 측정결과에 미치는 영향에 따라 가중된 분산과 공분산의 합의 양의 제곱근과 같다.

17) 확장불확도(expanded uncertainty) : 측정량의 합리적인 추정값이 이루는 분포의 대부분을 포함할 것으로 기대되는 측정결과 주위의 어떤 구간을 정의 하는 양

18) 포함인자(coverage factor) : 확장불확도를 구하기 위하여 합성표준불확도에 곱하는 수치인자. 포함인자 k의 값은 2를 사용한다.

나. 유량측정

1) 부피유동율(volume flowrate) : 부피유동율은 단위 시간당 유량계나 파이프를 통과한 유체의 부피이며 단위는 m^3/h를 기본으로 한다.

2) 유량 또는 적산량(flow quantity) : 주어진 시간동안 흐른 유체의 부피유동율의 합으로 단위는 m^3을 기본으로 한다.

3) 사용 유동율범위 : 주어진 오차 범위 안에서 사용할 수 있는 유량계의 최소유동율과 최대 유동율 사이의 유동율 영역이다.

4) 교정유동률 범위 : 유효한 교정 및 실험이 이루어진 유동률 영역

5) 평균유속(average flow velocity) : 부피유동율을 관의 평균단면적으로 나눈 값이다.

6) K 값(K-factor) : 단위 시간당 미터를 통과한 유체의 부피와 유량계에서 발생한 펄스 수의 비를 K 값이라 부르며 미터의 교정검사결과로 얻어진 특성을 나타낸다

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

$$K = F / Q \qquad (6\text{-}9)$$

여기서 F는 단위 시간당 발생하는 펄스 수이고 Q는 부피 유동률이다. 사용유동률 범위에서 K의 최대 값과 최소값의 평균의 유량계의 K 값이라 부른다

7) 참값 (true value) : 측정 표준시스템이나 표준과 소급성이 유지되는 기준미터에서 얻은 값.
8) 지시값 (indicated value) : 피교정 유량계가 지시하는 값.
9) 메니스커스(Meniscus) : 액체를 액주형 용기에 담았을 때 오목또는 볼록한 모양으로 형성된 수면
10) 상용(常用)유동율 : 탱크집유차량이 차량엔진의 중립상태에서 목장에서 집유기기를 이용하여 원유를 흡입할때의 통상적인 유동율

3. 교정방법 (Calibration method)

일정용량의 기준부피탱크에 담겨진 원유(原乳)를 유량계를 포함한 집유기기를 이용하여 흡입하여 유량계가 지시하는 값과 참값을 비교하는 부피측정식 교정방법을 사용한다

4. 교정내용

집유기기의 현장교정에서 구하는 항목은 다음과 같다

가. 흡입된 원유량(부피)

나. 원유의 온도(기준부피탱크내)

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

다. 흡입시간

라. 유량계 지시값

마. 참값

5. 사용유체

축산물가공처리법에 합격한 원유(原乳)를 사용하고 원유의 온도는(5±3)℃를 유지하여야 한다

6. 소요장비 명세

소요장비는 다음과 같으며 주기적으로 교정하여 국가측정표준과 소급성을 갖추어야 한다

가. 기준부피탱크(500 L)

기준부피탱크는 낙농진흥회에서 제작, 배부한것을 사용한다.

나. 온도계(불확도 0.1 ℃ 이내인 것)

다. 초시계

라. 고무망치

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

마. 수준기

바. 원유공급 호스

사. 비이커

7. 교정조건

가. 집유기기에 사용되는 흡입호스는 내경1.5 또는 2인치를 사용하고 반복 측정시에 흡입호스의 높이를 계속일정하게 유지하여 집유기기내의 원유잔량이 일정하게 유지되도록 한다

나. 집유기기의 작동은 집유기기의 작동원리를 충분히 숙지한 전문가가 해야 한다

8. 교정의 준비

가. 교정기록지에 필요한 사항을 기재한 뒤에 탱크집유차량을 평탄한 곳에 주차시키고 집유기기를 육안 점검하여 손상 또는 마모된 부품이 있는가를 확인한다

나. 교체 및 수리가 필요하다고 판단되는 부품은 교정전에 교체 또는 수리를 완료한다

다. 수준기를 이용하여 기준부피탱크의 수평을 확인한뒤 탱크집유차량의 원유배출구와 기준부피 탱크의 원유공급밸브를 원유공급호스로 연결하

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

여 원유를 기준부피탱크에 채우고 온도를 측정한뒤 집유기기를 작동하여 원유를 흡입하게한후 초시계를 이용, 상용(常用)유동률을 측정 기록한다

라. 다의 과정을 3회 반복하여 교정을 시작하기전 기준부피탱크와 집유기기의 열평형이 충분히 이루어지도록 예비운전하여 열평형 상태를 확인한다.

9. 교정 방법

가. 기준부피탱크에 원유를 가득 채운후 온도를 측정한다.

나. 기준부피탱크 내벽에 붙어 있는 기포를 제거하기 위하여 탱크에 붙어있는 이동용 손잡이를 가볍게 고무망치로 친다

다. 비이커로 기준부피탱크에 원유를 일정량 부은후 발생된 메니스커스를 곧은자로 제거한다

라. 상용(常用)유동률로 집유기기를 작동시켜 원유를 흡입한후 공기제거기에서 배출음이난 후 유량계의 움직임이 없는 것을 확인한 뒤에 작동스위치를 끄고 유량계가 측정한 값을 기록한다

마. 상기 가 나 다 라 과정을 10회 반복하여 각각의 측정값을 기록하고 그때의 상대오차를 산출한다.

바. 마에서 산출된 상대오차를 평균하여 용적식집유기기는 유량계 제작사

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

에서 제시하는 기어조견표에 의해 Calibration 기어를 교체하고, 전자기 집유기기는 파라메타를 조정한다

10. 불확도 평가

가. 기준부피측정 불확도

기준부피탱크의 유량 'V'는 다음과 같이 나타낼수 있다

$$V = f(V_t, T) \qquad (6\text{-}10)$$

여기서 V_t : 유량계 지시값

T : 부피보정을 위한 원유의 온도

이것을 평형관계식으로 표시하면 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$V = V_t(1 + \beta 1 \cdot \Delta T + \beta 2 \cdot \Delta T) \qquad (6\text{-}11)$$

여기서

$\beta 1$: 상온에서 원유의 체팽창계수(2.1×10^{-4}/℃)

$\beta 2$: 상온에서 기준부피탱크의 체팽창계수(4.8×10^{-5}/℃)

ΔT : 원유가 집유기기에 의하여 흡입되어 다시 배출시까지의 온도차

원유는 88.5 %가 수분으로서 체팽창계수는 물과 거의 같다. 교정전에 충분한 예비운전을 실시하여 기준부피탱크와 집유기기의 열평형이 안정적으로 유지된 상태에서 교정을 실시하므로 기준부피탱크내의 원유와 다시 배출된 원유

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

와의 온도차는 0.5 ℃이내이다. 따라서 온도차에 따른 부피변화는 약 1.29× 10^{-4}L로서 허용 불확도 0.1 % 수준의 3/10000이하 이므로 무시할 수 있다.

결국 (6-11)식은 다음과 같이 정리 할 수있다

$$V = V_t \tag{6-12}$$

여기서 V_t : 유량계 지시값 [L]

따라서 합성불확도는 다음과 같다

$$\begin{aligned} u^2(V) &= \sum_{i=1} C_i^2 u^2(x_i) \\ &= C^2 v_t u^2(V_t) \end{aligned} \tag{6-13}$$

(6-13)식에서 Cv_t는 기준부피탱크로 측정한 부피가 유량측정에 미치는 영향을 나타내는 감도계수로 1이 된다

나. 불확도의 산정

집유기기를 교정한 결과는 다음과 같은 과정을 통하여 나타낸다. 교정결과의 불확도 산정은 사용된 기준부피탱크를 사용한 기준부피측정의불확도(B type)와 집유기기의 시험결과가 가지는 불확도(A type)를 합성하여표현한다.

1) 요소별 표준불확도 산정

가) 기준부피측정 불확도

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

기준부피측정의 불확도는 기준부피탱크(500 L)의 불확도와 같으며 교정성적서에 확장불확도가 0.017 L로 나타나 있으므로 적용된 유효자유도값 2로 나누어 적용한다.

따라서 기준부피측정 불확도

$$u(V) = \sqrt{(\frac{0.017}{2})^2 L}$$
$$\approx 0.009\ L$$

나) 교정결과의 불확도

교정결과의 불확도는 집유기기로 측정한 값의 불확도를 나타내는 것으로 10회의 측정값 x_i는 집유기기의 특성이나 우연변동 혹은 우연효과 때문에 각기 다른 값을 갖게된다. 따라서 측정값의 실험분산은 다음식으로 표기한다.

$$s^2(q_k) = \frac{1}{(n-1)} \sum_{k=1}^{n} (q_k - \overline{q})^2 \qquad (6\text{-}14)$$

즉 10회의 시험에서 측정값 q_k의 평균값 $\overline{q}$으로 부터 분산을 나타내는 것이다. 여기에서 q_k는 다음에 기술하는 교정 결과의 표시 방법중 상대 오차, 미터 factor 값을 사용할 수 있다.

2) 합성표준불확도

기준부피탱크로 집유기기를 현장 교정했을때 교정결과의 합성표준불확도는 다음과 같이 표시 할 수 있다.

$$u(q) = \sqrt{(\text{기준부피측정 불확도})^2 + (\text{집유기기유량계의 불확도})^2}$$
$$= \sqrt{u^2(V) + s^2(q_k)}$$

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

3) 확장 불확도

$$U = ku(q) \qquad (6\text{-}15)$$

여기에서 k는 포함인자로서 불확도의 신뢰구간을 나타내고 95 % 신뢰구간에서 k=2로 표기한다. 따라서 확장불확도 U는 합성표준불확도에 포함인자 k=2를 곱해 표현 한다.

11. 교정결과의 기록

교정결과에는 상대오차의 표기법 또는 미터 factor표기법을 사용함을 원칙으로 한다.

가. 상대오차의 표기법

기준부피 측정값과 집유기기 유량계의 지시값과 차이를 백분율로 표시한 것이다.

$$\text{상대 오차} = \frac{\text{유량계의 지시값} - \text{기준부피측정값}}{\text{기준부피측정값}} \times 100(\%)$$

나. 미터 factor 표기법

기준부피측정값을 유량계의 지시값으로 나누어 표기하는 방법.

$$\text{미터 } factor = \frac{\text{기준부피측정값}}{\text{유량계의 지시값}}$$

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

12. 불확도 산정의 예

가. 기준부피측정의 표준불확도

기준부피탱크의 확장불확도(성적서에 표기된)가 0.017 L 일때 95 % 신뢰구간의 포함인자 k=2 이므로 기준부피탱크의 표준불확도는 다음과 같이 구한다.

$$u(V_t) = U/k = 0.017/2 = 0.009\ L \qquad (6\text{-}16)$$

따라서 기준부피 측정의 표준불확도는

$$u(V) = \sqrt{(0.009)^2 L}$$
$$\approx 0.009\ L$$

이며 이는 500L기준탱크를 사용할 때 0.002 %에 해당한다

나. 교정결과의 표준불확도

측정결과의 상대오차 값이 다음과 같이 10개의 측정값 0.2, -0.2, -0.1, -0.1, -0.2, 0.2, 0.1, 0.2, -0.1, -0.2 %를 가진다고 하면 측정값의 시험분산은 다음식에 대입하여 구한다.

$$s^2(q_k) = \frac{1}{(n-1)} \sum_{k=1}^{n} (q_k - \bar{q})^2 \qquad (6\text{-}17)$$

여기에서 q_k 는 각각의 측정값, $\bar{q}$는 측정값의 평균을 나타낸다. 따라서 대입하여 계산 하면 다음과 같은 결과를 얻는다.

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

$$s^2(q_k) = \frac{1}{(10-1)}[(+0.2-0.02)^2+(-0.2-0.02)^2+(-0.1-0.02)^2$$
$$+(-0.1-0.02)^2+(-0.2-0.02)^2+(0.2-0.02)^2$$
$$+(0.1-0.02)^2+(0.2-0.02)^2+(-0.1-0.02)^2$$
$$+(-0.2-0.02)^2]$$
$$\fallingdotseq 0.032$$

따라서 교정결과가 가지는 표준 불확도는 다음과 같다.

$$u(q_k) = 0.179\ \%$$

다. 합성표준불확도

앞의 결과로 부터 합성표준불확도를 구한다.

$$u(q) = \sqrt{(\text{기준부피측정 표준불확도})^2 + (\text{교정결과의 표준불확도})^2}$$
$$= \sqrt{u^2(V) + s^2(q)}$$
$$= \sqrt{(0.009)^2 + (0.179)^2}$$
$$= 0.179\ \%$$

라. 확장 불확도

측정결과의 확장 불확도는 표준불확도에 95 %의 신뢰도를 기준으로하는 포함인자 2를 곱하여 구한다.

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

$$U = ku(q) = 2 \times 0.179 = 0.358\ \% \qquad (6\text{-}18)$$

계산된 확장불확도를 교정결과의 최종 불확도로 성적서에 표기한다.

13. 교정성적서 작성방법

가. 교정성적서에 포함할 내용은 다음과 같으며 PC를 이용, 작성한다.

1) 의뢰기관명 및 교정번호
2) 측정기 명칭, 제작회사, 모델명, 기기번호
3) 교정일자
4) 교정환경(온도 및 교정장소)
5) 측정표준의 소급성(교정방법 또는 절차서명)
6) 교정에 사용한 표준장비 명세
7) 교정결과
8) 확장불확도
9) 교정실무자, 기술책임자의 서명 및 교정기관장의 직인
10) 교정시 기록한 측정값을 불확도 산정 전산프로그램이 설치된 PC에 입력하여 불확도를 산정한다.

나. 작성한 성적서를 확인후 인쇄한다.

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

14. 교정성적서 작성 예 :

교 정 성 적 서	교정번호 : SDC-00001 (2)쪽 중 (1) 쪽

1. 의뢰기관
   기관명 : (주)빙그레
   주 소 : 경기 남양주시 도농동 344-3
2. 측정기
   품 명 : 우유용 용적유량계 (로타리 피스톤 메타)
   제작회사 및 형식 : SIEMENS RZ 2N
   기기번호 : 1234567
3. 교정일자 : 2001.3 .20 .
4. 교정환경
   온 도 : 20 ±2 ℃
   교정장소 : ☐ 고정표준실 ☐ 이동시설 ■ 현장
5. 측정표준의 소급성
   교정방법 및 소급성 서술
   상기기기는 한국표준과학연구원으로부터 표준소급된 교정장비를 사용하여 SDC -CW-F04의 교정지침에 따라 교정되었다

   교정에 사용한 표준장비 명세

사용장비명	제작회사 및 형식	기기번호	차기교정일	교정기관	확장불확도
기준부피탱크500L	태성기계	A-1	2006.9.14	표준과학연구원	17.321ml

6. 교정결과 : 붙임 교정결과 참조
7. 측정불확도 : 붙임 교정결과 참조

확인	작성자 : 교정실무자 성 명 : 강 기 송 (서명)	승인자 직 위 : 기술책임자 성 명 : 정재호 (서명)

위 교정결과는 국가표준기본법 제14조 규정에 의거하여 국가측정표준과 소급성이 확립된 측정기기로서 교정한 성적서임을 증명합니다.

기술표준원 지정 국가교정기관장
서울우유협동조합장 (인)
서울특별시 중랑구 상봉동 137-7 번지(전화: 02-490-8367 Fax : 02-490-8369)

이 성적서는 측정기의 정밀정확도에 영향을 미치는 요소(과부하, 온도등)의 급격한 변화가 발생할 경우에는 무효가 됩니다.

SDC-CP양식 18-01 Rev. No. 00

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

교 정 결 과
CALIBRATION RESULTS

교정번호(Certificate No.) : SDC - 00001

(2)쪽 중 (2)쪽
Page of Pages

교정품명 및 형식 : 우유용 용적유량계(Rotary Piston Type Flowmeter)
기기번호 : 1234567

번호 Run No.	유동률 (Flowrate) (L/min)	지시값 (Meter Read) (L)	참값 (STD Read) (L)	상대오차 (% Deviation)
1	200	501.0	500.0	+0.20
2	200	499.0	500.0	-0.20
3	200	499.5	500.0	-0.10
4	200	499.5	500.0	-0.10
5	200	499.0	500.0	-0.20
6	200	501.0	500.0	+0.20
7	200	500.5	500.0	+0.10
8	200	501.0	500.0	+0.20
9	200	499.5	500.0	-0.10
10	200	499.0	500.0	-0.20

교정유체 (Calibration Fluid) :우유(Milk)
교정 유동률 범위(Test Flowrate Range) : 200 (L/min)
불확도(Uncertainty at 95 % confidence level) : 0.358 %

- 이상 끝. -

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

제 7 장 결론 및 요약

제 1 절 연구개발 결과 요약

본 연구의 핵심적인 목표는 1998년 12월 31일자로 개정 공포된 낙농진흥법 시행령, 시행규칙에 따라 집유일원화가 법적으로는 시행되고 있으나 기술적인 뒷받침이 제대로 따라주지 못하고 있어서 낙농진흥법의 시행을 위한 기술적이고도 체계적인 뒷받침과 구체적 보완책을 마련하기 위한 것이었다.

국내의 낙농가와 원유수요자 사이에 행해지고 있는 유량계를 이용한 우유 유량측정 거래실태 현황을 파악하였으며, 외국의 전문기관, 관련 유업체 및 낙농가를 방문하여 유업 선진국의 기술적인 현황과 자료도 수집하였다.

본 연구 수행의 핵심적인 연구설비로 실험결과의 신뢰성과 정확성을 확보하고 앞으로 국내 유업체들의 표본케이스가 될 수 있는 서울우유의 집유기기 교정검사 시스템이 가지고 있는 문제점을 정밀 검토하고 ISO에서 새롭게 제시된 불확도 산정 가이드에 따라서 불확도를 재평가하였다.

집유업무에 사용되고 있는 유량계 및 집유기기는 그 종류가 다양하고 기기의 정기적인 교정검사와 부품교체 등의 실시기준이 명확히 확립되어 있지 않아서 대표적인 유량계와 집유기기를 선정하여 그 특성을 분석하고 실제 사용조건에서의 측정오차를 확인하기 위하여 실험을 실시하였으며 이 유량실험 결과를 활용하여 집유기기 부품 노후화에 대한 최적 교체주기를 설정하였다.

또한 본질적 의미를 상실한 채 생산원유의 유량 계량단위, 유대 지급단위,

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

제품 판매 단위 등 우유 거래 단위의 이원화에 따른 문제점 해결을 위한 미봉책으로 활용되고 있는 유량환산계수에 대한 본질적 의미를 확인하고 연구기간중 낙농진흥회를 통하여 합의 도출된 유량환산계수의 단일화 의미를 정확히 확인하고 그에 대한 발전 방향을 제시하였다.

수집된 자료와 현장실태를 및 집유유량계에 대한 특성실험등의 결과를 근거로 하여 우유유량계, 집유기기 등에 대한 표준교정절차를 제정하였다.

이 같은 연구결과들은 우리나라 우유 계량과 거래에 대한 기본적이고 체계적인 발전 방안으로 활용될 것으로 기대한다.

제 2 절 연구개발 결과의 활용 및 건의

낙농선진국의 우유유량측정 표준보급 체계와 본 연구의 결과들을 종합하여 국내의 낙농현장에 적절히 적용하기 위한 다음과 같은 구체적 실행 방안을 제안하며 그에 따른 검토 결과도 함께 제시한다.

1. 제안의 기본내용

현재 집유기기는 축산물가공처리법 및 낙농진흥회의 관련규정에 따라 교정검사 와 정도시험을 각각 년1회 시행토록 되어있고, 계량에 관한 법률에 집유기기는 검정 또는 정기검사 대상 계량기에 포함되어있지 않다.

그리고 현재 실행하고 있는 집유기기의 교정검사 방법이 집유기기의 정확도를 실질적이고 효과적으로 보장하기 어려운 점이 있다.

따라서 현재 실시하고 있는 교정검사를 제외하고 국가표준과 소급성

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

(traceability)의 연결고리를 유지하고 있는 낙농진흥회의 집유기기 정도관리 규정에 의한 정도시험만으로 집유기기의 정도관리 체제를 일원화 하는 것이 무방하고 더욱 경제적 이점이 있을 것으로 판단된다.

2. 집유기기 관련법규(규정)

가. 축산물 가공처리법 시행규칙 제51조(영업자의 준수사항)

<별표12의3. 집유업 영업자의 준수사항>

1) 농가로부터 원유의 수집시 사용하는 계량기는 계량 및 측정에 관한 법률의 관련 규정에 따라 1년마다 국가교정검사기관의 교정검사를 받아야 한다.

2) 위반시 행정처분기준

1차위반 : 경고 / 2차위반 : 영업정지10일 / 3차위반 : 영업정지20일

나. 낙농진흥회 집유기기 정도 관리규정

<제4조> : 집유기기 정도 관리유지

1) 집유조합은 국가표준기본법에 의한 국가교정기관으로부터 교정된 집유기기의 상시정확성을 위하여 정도시험을 실시하여야 하며 원유수요자가 입회하여야 한다. 다만~.

2) 제1항에 의한 집유기기 정도시험은 년1회 실시하는 것을 원칙으로하며 차량 및 집유기기의 교체수리 등 필요시 수시로 정도시험을 실시한다.

3) 진흥회는 집유조합별 자체 집유기기 정도시험을 위하여 전국8개소(제주도 제외)에 각각1세트의 정도시험장비를 비치하여야 한다.

<제7조> : 사후관리

1) 집유조합은 정도시험결과 평균오차율이 ± 0.375 %를 초과한 집유기기에 대해서는 집유정지를 명하고 국가교정기관에 재교정을 받도록 조치하여야 한다.

2) 집유조합은 집유차량별 교정검사성적과 정도시험성적을 진흥회에 통보하고 진흥회는 필요한 조치를 취해야 한다.

다. 낙농진흥회 집유기기 정도관리 시스템 활용방법서

<4-1호> 정도시험주기는 정도관리규정에서 정한 년1회 실시하는 것을 원칙으로하며 필요시 수시로 정도시험을 실시할 수 있다.

<4-2호> 정기정도시험은 집유기기의 상시정확성 유지를 위하여 교정검사를 필한 후 6월이 도래하는 시점을 기준으로 1월이내에 실시하여야 한다.

<4-3호> 수시정도시험은 차량 및 집유기기를 교체수리하거나 집유일원화에 신규로 참여한 차량, 진흥회 또는 집유조합이 별도로 수시정도시험을 해야 할 필요성이 있다고 판단한 차량에 대하여 정도시험을 할 수 있다.

3. 관련 법규(규정)의 해석

축산물가공처리법(이하'법'이라함)에 의하여 년1회 국가교정검사기관에서 교정검사후 진흥회 정도관리규정(이하'규정'이라함)에 따라 년1회 정도시험을 실시하게 되어 있어 년2회 의무적으로 검사를 하도록 되어 있음.

이것은 현재 집유일원화 사업에 참여한 집유조합의 차량은 년2회 실시하고 참여하지 않는 유업체(집유영업자)는 법에서 정한 교정검사만 년1회 실시하면 되므로 형평성문제가 발생되고 있음.

계량에 관한 법률(구. 계량 및 측정에 관한 법률)에는 집유기기 또는 우유용 유량계에 대하여 어떠한 규정도 정해져 있지 않은 상태로써 사실상 법에서 정한 년1회 교정검사를 받지않더라도 행정처분을 하는데는 무리가 따를 수 있음.

계량에 관한 법률 시행령 제11조 별표9(검정을 받아야 할 계량기)와 시행규칙 제29조(정기검사대상 계량기)에 집유기기나 우유용 유량계는 해당되지 않음.

4. 현재 실시하고 있는 교정검사 실시의 유효성 및 문제점

집유기기는 유압장치, 임펠라펌프, 여과기, 공기제거기, 유량계, 역류방지밸브 등으로 구성되고 차량의 구동력을 이용한 펌프를 사용해 원유를 흡입, 계량하는 시스템으로서 단순히 유량계의 정확도 관리가 아니라 조합된 구성시스템의 전체적인 정확도 유지확보가 가장 중요한 관건임.

그러나 교정검사는 집유기기 중 유량계만을 떼어내 고정된 표준실의 교정검사 시스템에서 교정하는 것으로서 교정후 집유차량에 장착하여 원유를 흡입할 때에는 물과 우유의 점도와 같은 물성차에 의한 임펠라 및 로터리피스톤의 마모도에 대한 영향, 공기제거기의 성능 등 여러 요인에 의해 집유기기의 측정특성이 달라질 수 있기 때문에 유량계만을 교정하는 현재의 교정방법으로 집유기기 전체의 정확도를 보장하기는 어려운 문제점이 있음.

5. 집유기기 정도관리 방안 제안

교정(較正, Calibration)은 국가표준기본법에 "특정조건하에서 측정기기, 표준물질, 물적척도 또는 측정시스템 등에 의하여 결정된 값을 표준에 의하여 결정된 값 사이의 관계로 확정하는 일련의 작업을 말한다" 라고 정의되어 계량기로 측정된 값이 표준에 의해 결정된 값과 어떠한 상관관계를 가지고 있는지를 불확도(不確度, Uncertainty)로 표시하는 것으로 일반적인 상거래용 계량기에 대하여 실시하고 있는 오차를 확인하는 검정(檢定)과는 다른 의미

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

이다.

선진 외국에서는 집유기기를 검정(檢定)대상기기로 지정하여 계량공무원이 집유기기가 차량에 장착된 상태에서 기준부피탱크로 정확성을 확인하는 방법을 택하고 있으며 검정결과 허용오차를 초과할 경우 그 집유기기는 불합격되어 집유에 사용할 수 없도록 되어있다.

그러나 우리나라에서는 계량에 관한 법률에 집유기기가 검정이나 정기검사대상 계량기에 해당되지 않고 있어 이에 대한 제도적 보완이 요구되던 터에 집유일원화 사업에 참여한 모든 구성원이 동의한 낙농진흥회의 집유기기 정도관리규정이 제정되었다.

따라서 이것은 합의단체의 규격으로 볼 수 있기 때문에 구속력이 있고 집유기기 전 시스템에 대한 정확도 관리가 가능하도록 되어있어서 이를 검정과 같은 의미의 규정으로 일단 활용할 수 있을 것이다.

다만, 낙농진흥회의 규정이 집유일원화 사업에 참여한 집유조합과 원유수요자만 해당되므로 동사업에 참여하지 않은 조합이나 원유수요자의 집유기기에 대하여도 진흥회의 정도관리 규정에 의한 정도시험을 하도록 함이 필요할 것이다.

제안내용은 다음과 같이 정리할 수 있다.

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

표 7-1. 집유기기 정도관리 개선 방안

안	개선방안	필요 조치사항	비 고
제1안	교정검사를 낙농진흥회의 정도관리시험만으로 대체 (교정검사 불필요)	· 축산물 가공처리법 시행규칙개정 <제51조 별표12의3> (개정안) * 농가로부터 원유의 수집시 사용하는 계량기는 낙농진흥회의 집유기기 정도관리 규정에 따라 1년마다 정도시험을 받아야 한다. · 낙농진흥회의 집유기기 정도관리규정 개정필요 - 국가교정기관에서의 년1회 교정조항 삭제 - 정도시험실시 집유조합에 소정의 시험수수료 산정지급 근거마련 등	계량에관 법률개정 불필요 집유일원화 사업참여 여부와 관계없이 모든 집유업 영업자에 정도시험 의무화
제2안	집유기기를 검정 또는 정기검사 기기로 지정 (교정검사 및 정도시험 불필요)	· 계량에 관한 법률 시행령 시행규칙 개정 - 산업자원부 기술표준원과 협의 필요 · 축산물가공처리법 시행규칙 개정 - 국가교정기관에서의 년1회 교정조항 삭제 · 낙농진흥회의 집유기기 정도관리규정 폐기	계량검사 공무원 또는 검정기관이 집유기기에 대하여 검정이나 정기검사 실시

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

6. 개선방안별 장단점 비교

제1안의

(장점)

- 집유일원화사업 미참여 업체의 사업참여유도에 일조
- 낙농진흥회가 집유조합에 배부한 정도시험장비 활용
- 집유조합에 소정의 시험수수료 지급으로 집유조합에 책임감 및 능동적인 정도시험실시 동기부여
- 현 교정검사료(2001년 기준 1건당 19만5천원~22만원)납부부담 경감
- 제2안보다 관련규정 신속 개정 가능
- 집유일원화사업 참여여부와 관계없이 정도시험을 실시토록 하므로서 형평성문제 해결

(단점)

- 낙농진흥회 집유기기 정도관리규정 개정 절차 필요

제2안의

(장점)

- 집유기기를 계량기로 분류하여 계량에 관한 법률에 삽입하므로써 계량기 관리 주관부처의 통제가능
- 검사료가 현 교정검사료보다 저렴 예상
- 집유일원화사업 참여 여부와 관계없이 정도시험을 실시토록 하므로서 형평성문제 해결

(단점)

- 제1안보다 관계부처와 협의등에 따른 소요시간 장기화

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

- 낙농진흥회의 집유기기 정도관리규정 폐기 및 정도시험장비 활용가능성 불투명
- 국가기관등에서 실시함에 따른 경직성 발생우려

7. 종합의견

축산물가공처리법 시행규칙을 개정하여 진흥회의 정도관리규정에 의한 정도시험을 1년마다 실시하도록 하는 제1안이 집유기기 전 시스템에 대한 정확도 유지확보, 교정검사비용 부담경감에 따른 집유비용 절감효과 발생 및 형평성유지 등 가장 현실적인 것으로 판단된다.

본 연구의 모든 결과는 우유 유량측정의 정확도 향상 및 식음료 유량측정에 대한 기초기술 확보와 표준체계 확립에 기여할 것으로 확신하며 집유기기관리와 정도유지에 대한 기술적 진보를 가속시켜 관련 산업의 기술 수준의 향상에도 기여 할 수 있을것으로 판단한다.

또한 낙농가 및 집유조합과 유업체간의 공정거래 구축의 구체적 방안을 제시하여 민원과 불만을 해소하고 장기적으로는 집유기기 및 부품의 국산화를 위한 기초자료로 활용될 수도 있을 것으로 기대한다.

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

BIBLIOGRAPHIC DATA SHEET	1. 관리번호	2. 수행부서	3. 발행일
4. 제목/부제 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구			7. 주제분야
5. 저자(공저자) 이광복 외 8인		8. 수행기관 보고서번호 KRISS/IR--2001-108	
6. 수행기관(KRISS 이외의 공동 혹은 위탁연구기관) 서울우유협동조합		9. 계약번호 10. 자료내역	
11. 위탁기관 농림부			
12. 보충사항(관련업무를 기록한다)			

13. 초록(주요 참고문헌이나 관련문헌이 있을 경우 여기에 명시한다)

1998년 12월 31일자로 개정 공포된 낙농진흥법 시행령, 시행규칙에 따라 집유일원화가 법적으로는 시행되고 있으나 기술적인 뒷받침이 제대로 따라주지 못하고 있어서 본 연구를 통하여 제정된 낙농진흥법의 시행을 위한 기술적이고도 체계적인 뒷받침과 구체적 보완책을 마련하였다. 본 연구수행의 목표로 설정하였던 집유기기의 정확도 검증 방법과 관리체계를 확립 방안과 이를 바탕으로 우유 계량 및 거래의 표준화를 정립하기 위한 구체적 방안이 제시되었다.

14. 키워드(6~12개)

낙농진흥법, 우유유량계, 집유기기, 유량환산계수, 교정절차서, 현장교정

15. 배포구분	16. 해제기간	17. 면수 103
		18. 가격

한 국 표 준 과 학 연 구 원

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]

BIBLIOGRAPHIC DATA SHEET	1. REPORT NO.	2. PERFORMING LAB.	3. REPORT DATE
4. TITLE/SUBTITLE A Study on the Establishment of Milk Flow Measurement Standard for Commercial Transactions			7. SUBJECT CATEGORY
5. AUTHOR (S) Kwang-Bock LEE et al.		8. PERFORMAING ORGANIZATION REPORT NO. KRISS/IR--2001-108	
6. PERFORMAING ORGANIZATION NAME Seoul Dairy Co-op		9. CONTRACT OR GRANT NO. 10. TYPE OF REPORT	
11. SPONSORING ORGANIZATION	Ministry of Agriculture & Forestry		
12. SUPPLEMENTARY NOTES			

13. ABSTRACT

Milk collecting method has been unifying legalistically according to the enforcement regulations of dairy farming promotion law revised and announced on December 31, 1998. But it has not been fully supported technically.

The purpose of this research is to provide systematic and concrete method of technical support for the operation of dairy farming promotion law. Finally to provide the accurate verification method of milk collecting system and to establish of milk flow measurement standard for commercial transactions.

14. KEYWORDS

dairy farming promotion law, milk meter, milk collecting system, quantity conversion factor, calibration procedure, on-site calibration

15. CLASSIFICATION	16. SCHDULE OF DECLASSIFICATION	17. NO. OF PAGES 103
		18. PRICE

KOREA RESEARCH INSTITUTE OF STANDARDS AND SCIENCE

자료출처 : 우유 계량 및 거래에 관한 표준화 연구 / 농림부 [편]