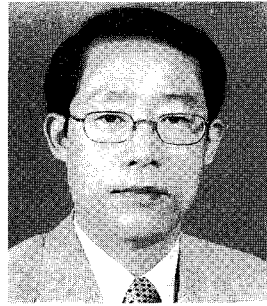


우유내 요소질소(MUN)를 활용한 목장의 생산성 향상 방안



윤 종택

한경대학교 동물생명자원학과 교수

1. 머리말

목장의 경영비중 사료비의 비중은 50~60%로 매우 높으며 조사료 생산기반이 취약하고 농후사료 위주의 사양관리를 하는 국내의 낙농 여건하에서는 전세계적으로 급등하고 있는 곡물 값으로 인하여 농후사료 비용은 더욱 높아질 우려가 크다.

또한 비효율적인 사료급여에 의하여 발생하는 대사성질병, 번식장애-배란 지연, 수태율감소, 발굽병 및 유량의 감소 등은 막대한 경제적 손실 등을 초래하고 있다.

따라서 젖소에 급여되는 사료내 영양소(에너지/단백질비율)의 이용성을 고려하여 젖소가 필요로 하는 적정사료를 공급한다면 사료비의 절감, 질병의 억제 및 예방을 통하여 젖소의 생산성을 향상시킬 수 있다.

우유속에 배출되는 요소의 양은 사료속의 분해성 단백질과 당, 전분 등의 에너지의 균형에 의하여 좌우된다. 이 요소의 양을 측정하면 제1위속의 미생물에 적정한 단백질과 에너지가 급여되어지는지 판단하는 지표가 될 수 있다.

혈중 요소질소(blood urea nitrogen ; BUN)

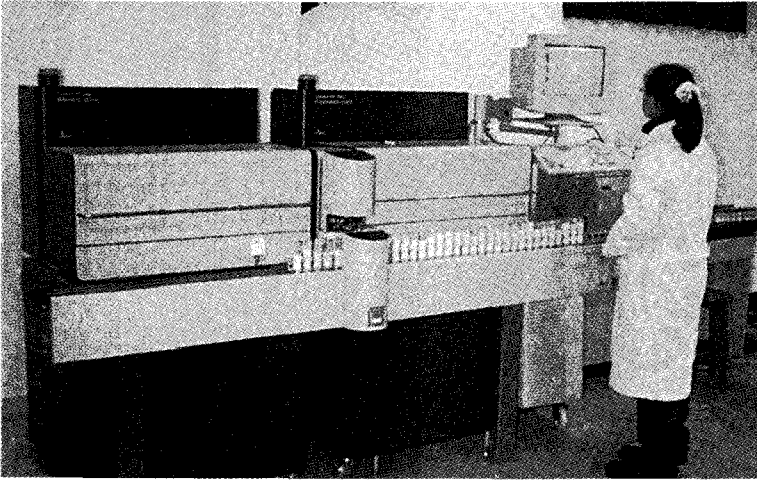
의 측정은 젖소의 개체관리에는 매우 유용한 방법이지만 목장주의 선입견 등으로 혈액채취에 어려움이 따르며 비용도 많이 들고 개체 모두를 측정하지 않고는 그 목장 또는 우군집단의 건강상태를 판단하기 어렵다.

우유내 요소질소(milk urea nitrogen ; MUN)의 측정은 우유 샘플을 채취하기가 쉽고 넓게는 목장의 우유탱크별, 집유소별 우군의 상태를 측정하여 전체적으로 파악할 수 있으며 문제가 되는 지역이나 목장을 선별하여 개체별로 우유내 요소질소를 측정하면 젖소의 개체별 건강상황을 구체적으로 파악하고 감시할 수 있다.

최근 연구에 따르면 혈중 요소질소(BUN) 수준과 우유내 요소질소(MUN)의 수준은 미국 펜실베이니아대학과 코넬대학에서 실시된 연구에서 동일한 것으로 판명되어 혈액보다도 더욱 간편하게 사료급여의 적정상태와 진단이 가능하게 되었다.

따라서 목장의 사료분석 및 대사성 질병 유무를 검사하기 위해서 우유내 요소(MU)를 측정할 경우, 혈액·요·간검사와 같은 별도의 검사가 필요하지 않으며 우유회사에서 일상적으로 실시하는

〈그림 1〉 우유자동분석기



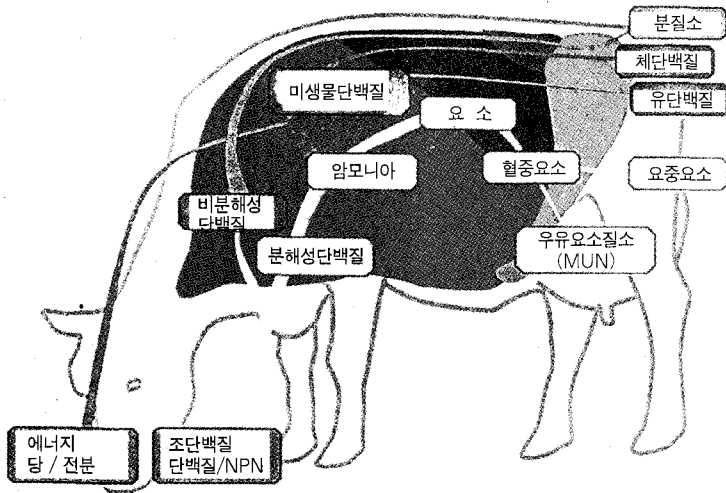
병에 걸릴 가능성이 높은 젖소의 치료 및 예방에 관하여 자문하고 있다.

이와같이 우유내 요소의 함량을 측정하여 그 결과를 낙농가에게 제공함으로써 젖소의 영양상태·생산성·번식성 및 경제성을 개선하여 젖소의 생산성 향상과 환경오염의 감소는 물론 효율적인 목장 관리와 우군관리를 실시할 수 있다.

본고에서는 우유내 요소질소가 무엇이며 젖소 생산성에 어떠한 영향을 미치는지를 살펴보고 본대학에서 실시하고 있는 자동우유분석기〈그림1〉로 분석된 결과를 가지고 컨설팅하고 있는 사례와 문제점들을 살펴보기로 한다.

2. 우유내 요소질소(MUN)의 생성과정

〈그림 2〉에서와 같이 젖소의 체내 요소 생성기전을 살펴보면 급여된 사료에 함유된 수용성단백질은 제1위내에서 아미노산과 암모니아로 분해되는데



〈그림 2〉 MUN이 유중으로 배출되는 과정

이때 급여 사료내에 단백질이 과잉 공급되어 제1위의 미생물이 이용할 수 있는 것보다 많은 양의 암모니아가 생산되면 이러한 과잉 암모니아는 제1위벽을 통하여 혈액으로 흡수되어 간장으로 이행되고 이곳에서 다량의 에너지를 이용하여 암모니아는 요소질소로 전환되고 이 요소는 다시 혈류를 타고 신장으로 이동한 후 오줌으로 배출되거나 타액선을 경유하여 제1위로 되돌아 가기도 한다.

자동분석기에서 동시에 측정되는 기타 항목과 병행하여 우군의 영양상태를 보다 정확히 판단할 수 있다. 독일, 미국, 일본 등 세계 각국에서는 유대값 결정 및 원유 검사를 위하여 일상적으로 매일 채취 의뢰되고 있는 우유에서 우유자동분석기를 이용하여 유성분 및 체세포수 뿐만 아니라 동일한 샘플에서 동시에 우유내 요소(MU)나 우유내 요소질소(MUN)를 측정하고 이 결과를 분석하여 각 낙농가에 효과적인 사료급여방안을 제시하고 질병을 지닌 또는 질

또한 혈액으로 이행된 요소질소는 혈액이 유방의 유선을 통과하면서 요소가 우유내로 확산되어

우유를 통하여 우유 요소질소(MUN) 형태로 체외로 배출된다.

이처럼 MUN은 젖소가 영양원으로서 이용하지 못했던 단백질이 체외에 배출된 일부분이며 그 양은 급여 사료속의 단백질 수준과 에너지 수준에 의하여 결정된다.

사료속의 단백질은 소의 제1위에서 분해되는 분해성 단백질(DIP)과 제1위에서 분해되지 않고 소장으로 통과되는 비분해성 단백질(UIP=바이패스 단백질)로 크게 구분된다. 사료속 단백질의 약 6~7분할은 분해성 단백질로 제1위에서 암모니아로 분해된다.

제1위내의 미생물은 당·전분 등의 에너지를 이용하여 그 암모니아를 흡수하여 미생물단백질로 재합성한다. 그 때 분해성 단백질이 과다하거나 당·전분 등의 에너지 사료가 부족하면 미생물이 이용하지 못한 암모니아가 간장으로 운반되어 요소로 변환되어 우유나 요중으로 배출된다. 우유내 요소질소(MUN)란 이 우유중에 배출된 요소의 양을 측정하는 것이다.

우유중 요소(MU)농도×0.47하면 우유내 요소질소(MUN) 농도가 된다.

3. 사료급여방법과 사양환경에 의해 변화하는 우유내 요소질소

MUN은 단순히 급여사료의 영양균형 뿐만 아니라 급여방법이나 사양환경에 의해서도 변화된다.

이것은 위속의 미생물 단백질 합성량이 사료의 급여방법이나 사양환경에 의해서도 변화하기 때문이다. 사료속 단백질의 이용효율이 상승하면 MUN은 저하하고 이용효율이 떨어지면 MUN은 상승한다.

4. 우유내 요소에 의한 영양균형 판정과 사료 급여대책

미국 코넬대학에서 제시한 우유내 요소질소(MUN)의 평균값은 12~18mg/dl이다.

〈표 1〉 사양관리에 의한 우유요소질소(MUN)의 변화

MUN 낮아지는 경우	MUN 높아지는 경우
多回급여	少回급여
자유채식	제한급여
TMR	분리급여
섭유량의 총족	섭유량의 부족

〈표 2〉 젖소에서 측정된 우유요소와 유단백에 의한 조단백 및 에너지 함량 점검

>3.60	7)단백질 부족, 에너지 과잉	8)에너지 과잉	9)단백질 및 에너지 과잉
3.20~3.60	4)단백질 부족, 약간의 에너지 과잉	5)균형잡힌 단백질 및 에너지 공급	6)단백질 과잉, 약간의 에너지 결핍
<3.20	1)단백질 및 에너지 부족	2)에너지 부족	3)단백질 과잉, 에너지 부족
유단백(%) / 우유 요소(mg/l)	<150	150~300	>300

독일에서는 〈표 2〉에 나타난 바와 같이 우유요소(milk urea; MU)농도로 나타내고, 150~300mg/l를 적정 농도로 제시하고 있다. 우유 요소(MU)농도와 유단백을 9가지 유형으로 나누어 현재 젖소에 급여되고 있는 총사료내 조단백질과 에너지 수준을 점검하여 올바른 사료급여 대책을 제시하고 있다.

일본의 북해도에서도 〈표 3〉에 나타난 바와 같이 우유요소질소(MUN) 적정 농도를 12~18mg/dl로 나타내고 있으며 우유요소질소(MUN)과 유단백을 기초로 영양균형 판정을 하여 사료급여 대책을 제시하여 이용하고 있다.

우유내 요소치를 이용할 때에는 먼저 우군의 평균값을 비교하여 적정 사양관리가 되고 있는지 아니면 사료급여 프로그램의 수정이 필요한지를 검토하고, 수정이 필요하다면 수정해야 할 문제의 젖소가 어떤 개체인지를 파악한 후 급여프로그램을 조정해 나가야 한다.

이때 다른 유성분 결과도 같이 참고하여 우유의 샘플링에 문제가 없었는지도 다시 한번 검토하여야 한다. 사료나 사양관리 프로그램이 변경되었을 때에는 20~30일 후에 다시 한번 검사하여 판단하는 것이 좋다.



〈표 3〉 우유요소질소에 의한 영양균형 판정과 사료급여 대책

유단백질(%) ()는 분만후 150일 이후		유중요소태질소(MUN mg/100ml)		
		저	중	고
		12 이하	12~18	18 이상
고	3.2이상 (3.4~)	분해성 단백질 부족 당, 전분 과다	당, 전분 과다	분해성 단백질 과잉 당, 전분 과다
		사료속 단백질농도를 높 인다. 단백질사료의 급여 를 증가시킨다. 사료속 NFC농도를 낮춘다.	사료속 NFC 농도를 낮춘 다. NFC 사료의 양을 감소시 킨다.	사료속 단백질농도, NFC 농도를 낮춘다. 단백질사료, NFC 사료 의 양을 감소시킨다.
중	3.0~3.2 (3.2~ 3.4)	분해성 단백질 부족	적정한 균형	분해성 단백질 과잉
		사료속 단백질농도를 높 인다. 단백질사료의 급여 를 증가시킨다.		사료속 단백질농도를 낮 춘다. 단백질사료의 급여 량을 감소시킨다.
저	3.0이하 (~3.2)	분해성 단백질 부족 당, 전분의 부족	당, 전분의 부족	분해성 단백질 과잉 당, 전분의 부족
		사료속 단백질농도, NFC 농도를 높인다. 단백질사 료, NFC사료의 양을 증 가시킨다.	사료속 NFC 농도를 높 인다. NFC사료의 양을 증가시 킨다.	사료속 단백질농도를 낮추고 NFC 농도를 높인다. 단백질 사료의 양을 감소, NFC 사 료의 양을 증가시킨다.

※ NFC : 비섬유성 탄수화물(주로 위속의 미생물에 이용되는 에너지)

5. 우유내 요소 검사 기간과 측정이 필요한 경우

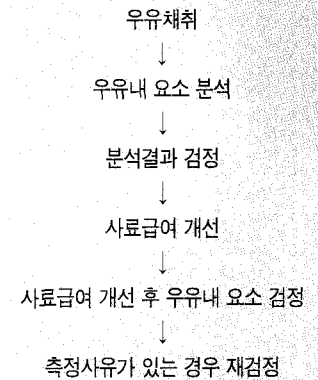
낙농가가 젖소 검정에 참여하고 있는 경우에는 한달에 한번 유우 검정시에 측정하는 것이 바람직 하지만 일반적으로는 분기별로 우유내 요소를 검사해도 무리는 없는 것으로 알려져 있다.

이상이 있는 경우에는 자주 검사하여야 하며 다음에 해당되는 경우는 필수적으로 우유내 요소를 검사하는 것이 좋다.

- ① 급여사료중의 단백질 수준이나 형태가 변화될 때
- ② 새로운 조사료를 급여하거나 방목할 때
- ③ 급여하는 사료의 수분함량, 형태, 입자 크기 등이 변화될 때
- ④ 수정률, 수태율이 감소될 때
- ⑤ 유단백율이 떨어질 때
- ⑥ 분변의 상태가 변하거나 냄새가 날 때

이러한 경우에는 단백질과 에너지의 균형이 맞지 않아 우유내 요소 농도가 변화될 가능성이 높으므로 이의 원인을 알아보기 위하여 다음과 같이 검사를 실시하는 것이 좋다.

우유내 요소 분석에 의한 사양관리



6. 우유내 요소 현황과 활용

1) 우유내 요소수준

본 대학 우유자동분석기 로 젖소 8,481두의 우유를 채취하여 분석한 결과는 〈표 4〉와 같으며 우유요소(MU)농도에 따라 분류하여 보면 평균 345mg/l로 적정 수준보다 매우 높게 나타나고 있으며 독일에서 분류한 150~300mg/l 적정수준에는 32.6%만이 분포하고 있다.

우유요소 고농도인 300mg/l 이상이 58.4%, 저농도인 150mg/l 이하가 9.0%를 차지하고 있어 총 측정 두수의 67.4%가 사양관리에 문제가 있는 것으로 나타났다.

〈표 4〉 우유 요소 수준별 현황

우유요소농도(mg/l)	측정수(%)
<150	766(9.0)
150~300	2,767(32.6)
>300	4,948(58.4)
평균 345	8,481(100)

2) 우유 요소농도와 유단백과의 관계

우유 요소농도와 유단백과의 관계는 〈표 5〉에서 보는 바와같이 유단백 3.2~3.6% 사이이며 우유요소농도가 150~300mg/l 인 군이 단백질과 에너지가 균형을 이루는 적정 사양으로 판단되는데 이

〈표 5〉 우유 요소농도와 유단백과의 관계

우유요소 유단백	<150	150~300	>300
>3.6	137(1.6)	368(4.3)	552(6.5)
3.2~3.6	253(3.0)	891(10.5)	1,420(16.8)
<3.2	376(4.4)	1,508(17.8)	2,976(35.1)

〈표 6〉 젖소의 영양상태

영양상태	시료	비율(%)
1. 단백질 및 에너지 부족	376	4.4
2. 에너지 부족	1,508	17.8
3. 단백질 과잉, 에너지 부족	2,976	35.1
4. 에너지 약간 과잉, 단백질 부족	253	3.0
5. 단백질 및 에너지 적정	891	10.5
6. 에너지 약간 부족, 단백질 과잉	1,420	16.8
7. 단백질 부족, 에너지 과잉	137	1.6
8. 에너지 과잉	368	4.3
9. 단백질 및 에너지 과잉	552	6.5
계	8,481	100

군은 전체 중 10.5%만이 속하고 있으며 과잉 단백질과 저에너지로 사양되는 비율이 58.4%이며, 저단백, 저에너지로 사양 비율도 9.0%나 되어 향후 번식 장애가 야기될 소지가 높은 것으로 생각된다.

〈표 6〉은 본대학에서 우유자동분석기에 의하여 분석된 8,481두의 우유요소(MU)에 의한 젖소의 영양상태를 유단백과 우유요소농도에 의하여 분석한 결과이다.

표에서 보는 바와 같이 젖소의 적정사양조건에 대하여 많은 연구와 지표가 있음에도 불구하고 우리나라와 같이 조사료 생산기반이 열악하고 농후사료 위주의 사양관리를 하는 낙농에서는 과잉의 단백질 급여비율이 58.4%에 이르고 있으며 에너지 부족 급여 비율도 74.1%에 달하고 있다.

윤 등(1999)의하여 우리나라 젖소의 번식장애 조사에서 총조사 두수중 번식장애우가 36%에 달한다고 보고하고 있어 농후사료 위주의 사양관리에서 단백질 과잉 급여와 관련이 있는 것으로 보인다.

이와같이 과량의 조단백질을 공급하면 체내 요소 함량을 증가시키고 자궁내 환경을 산성화시켜

〈표 7〉 우유요소(MU)농도에 따른 젖소 번식성적

우유요소(MU)농도(mg/dl)	16.8	33.6
조단백질(%)	14	19
유량(kg)	28~29	29~31
공태기간(일)	82	127
수정횟수/수태	2.0	2.8

〈표 8〉 A목장 사료 급여 프로그램의 변경에 따른 함량변화 (1일급여량기준)

사료성분	변경전	변경후
조단백질	3.77(1.28)	4.08(1.38)
정미비유에너지	33.42(1.12)	34.33(1.15)
정미비유에너지/조단백질	8.87	8.44

태아의 성장저해와 배란지연을 유발한다. 단백질을 25% 과잉급여 할 때 공태일수와 수태당 수정회수도 20%가 증가된다.

그러나 〈표 7〉과 같이 조단백질 14%나 19%를 급여하여도 유량생산에는 큰 차이가 없이 공태일수와 수정회수가 매우 낮게 나타남으로서 단백질의 적정급여 수준을 재검토한다면 약 5% 이상의 조단백질을 낮출 수 있어 이를 사료비 절감비용만으로도 경제적 이득은 매우 크다.

3) A목장의 사례

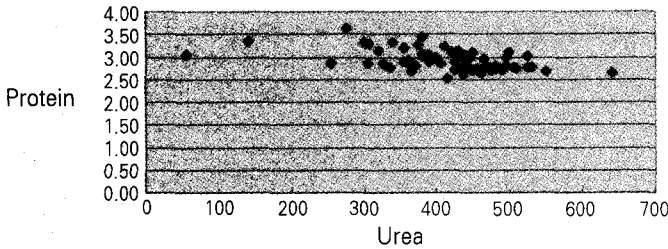
A목장의 경우 미약발정, 발정미발현, 난소난종 등의 번식질환의 문제가 발생되어 유성분 분석을 실시한 결과 에너지 부족, 단백질 과잉이 우군의 약 70% 정도를 차지하고 있었다.

따라서 급여 사료에 대한 조단백과 정미비유에너지의 급여량을 계산해 본 결과 〈표 8〉에서 보는 바와 같이 조단백질은 lead factor가 1.28로 적정가인 1.15~1.2보다 약간 높게 급여되고, 정미비유에너지는 1.12로 적정가인 1.15~1.2보다 약간 낮게 급여되는 것으로 판단되어 에너지 보충과 급여 단백질의 하향 조정이 요구되었다.

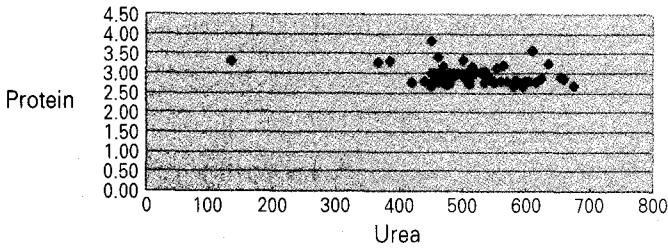
따라서, 사료급여 프로그램의 변경을 요구하여 실시한 결과 조단백질의 lead factor가 1.38로 사료변경전보다 더욱 높게 급여되었으며 정미비유에너지는 1.15로 사료변경전보다 약간 높게 급여됨



(그림 3) 변경전



(그림 4) 변경후



으로써 에너지는 약간 보충이 되었으나, 단백질 함량이 추가 상승함으로 인하여 에너지 부족과 단백질 과잉이 더욱 더 심화되었다.

〈그림 3〉에서 보는 바와 같이 목장에 문제가 발생하였을 때 우유요소농도가 300~500 mg/l 에 주로 분포하였으나 사료급여 프로그램을 변경한 후에는 〈그림 4〉에서 보는 바와 같이 오히려 400~600mg/l 사이에 분포하여 단백질 과잉과 에너지부족 상황이 심화되어 목장이 개선되지 못하고 우유요소농도는 변경전보다 변경 후에 더 많은 양이 검출되는 결과를 볼 수 있었다.

A 목장의 사례에서 보는 바와 같이 우유내 요소 농도의 측정에 의하여 문제가 있다고 판정된 목장에서 사료급여 프로그램을 잘못 적용한 결과 우유요소 농도가 더욱 상승하고 있어 사양가에게 정확한 영양학적 지식과 사양기술이 요구된다.

7. 맺는말

우리나라 낙농의 여건은 매우 불리하며 앞으로 더욱 더 어려울 것으로 생각된다. 이러한 여건에서도 낙농 경영을 효율적이며 안정적으로 발전시키기 위해서는 양질의 우유를 생산하고 사료자급화에 힘쓰며 생산비를 낮추어 경쟁력을 확보하는 것

이 최대의 과제라 생각된다.

최근 우유내 요소(MU)나 요소질소(MUN)가 젖소의 영양진단 지표의 하나로로서 매우 관심이 높아지고, 많은 낙농인의 관심에 대상으로 떠오르고 있다.

현재 각 우유 업체에서 실시하고 있는 체세포수의 측정으로는 단지 유방내의 건강상태만을 나타내지만 우유내 요소(MU)를 검사하여 이용한다면 과잉 공급되는 단백질을 적정수준으로 급여할 수 있어 사료비를 절감시키고 번식장애, 질병예방과 젖소의 생산성을 향상시킬 수 있다. 또한 과잉의 단백질 공급을 차단하여 젖소에서 배출되는 환경오염원인 요소질의 양도 감소시킬 수 있다.

국내에서는 본 대학을 위시하여 몇 기관에서 우유내 요소(MU)나 우유내 요소질소(MUN)를 측정하고 있으나 이를 실제 낙농가에게 적용하고 응용하는 데에는 매우 한계가 있다. 아직 우리나라에 맞는 적정 우유내요소 농도의 값이 설정되어 있지 못하여 외국의 기준치를 사용하지만 우리나라 낙농 실정에 맞는 표준 값을 우선적으로 설정하여야 할 것이다.

우유내 요소질소는 급여된 사료가 적정하게 소에 이용되고 있는가의 여부를 판단하는 매우 유용한 자료임에는 틀림없으나 우유내 요소의 활용은 낙농가의 영양학적 지식과 사료급여 기술력에 크게 좌우되고 절대적인 것이 아니므로 이전부터 이용되어온 사양관리기술 지표인 유량, 유성분, body condition, 분변의 상태, 사양 환경 등을 고려하여 활용하여야 한다.

본고에서 살펴본 바와 같이 우유내 요소를 이용한 사양관리 개선기술의 이용은 번식장애 예방과 수태율 증진뿐만 아니라 사료급여 개선에 따른 사료비 절감으로 낙농가의 소득향상에 크게 이바지할 수 있을 것으로 사료된다. ☺

(필자연락처 : 0334-670-5094)