



# 사료원료 중 곰팡이독소의 추가 규제기준치 설정이 필요

이원동 (한국소비생활연구원 식품안전분과 전문위원)

## 서론

우리나라 사료공장 품질관리자들과 임상수의사들 및 생산자단체에서는 사료원료나 배합사료자체가 어떠한 곰팡이독소 오염상황에 처해있는가를 생산현장에서도 정확히 파악하는 것이 중요해짐에 따라 사료의 샘플을 채취해서 국, 내외에서 분석을 의뢰하여 이를 근거로 대책마련을 하고 있는 실정이다.

사료원료들은 특히 옥수수뿐만 아니라, 그 부산물(옥수수 글루텐박, DDGS)을 포함해 곰팡이의 성장에 좋은 기질이 될 수 있다. 곰팡이(Fungi)들은 사료의 영양적 가치를 저하시킬 뿐 아니라, 먼지를 발생시키고, 풍미를 떨어트리며, 곰팡이독소

(Mycotoxin)이라고 불리는 다양한 종류의 독소 대사산물을 생산한다.

가축이 곰팡이독소에 오염된 사료를 섭취하면, 사료섭취량의 감소나 유량의 저하, 소화기장해, 번식장해 등을 일으키는 것으로 알려지고 있고, 근년, 이러한 사료중의 곰팡이독소가 원인으로 생각되는 가축의 이상(異狀)이 해외뿐만 아니라, 국내에서도 보고되고 있다. 특히, 최근 들어서는 곡의 연료라고 불리는 바이오에탄올의 생산부산물로 나오는 옥수수증류주정박(약어로 DDGS로 널리 알려짐)에 대한 곰팡이독소의 오염증가와 DDGS의 생산과 증에서 발효과정에서 잡균의 번식을 억제하기 위해 필수적으로 사용해야 하는 항생물질의 사용증가로 인한 잔류문제(국내 사료

공장에서도 HACCP차원에서 점검결과, 이상이 없는 것으로 확인됨)를 둘러싼 미국 FDA CVM과 업체 간의 안전성확보를 둘러싼 논쟁이 세계적인 주목을 받고 있다.

우리나라를 비롯한 아시아 주변국가에서 가축용 사료원료로 사용하는 옥수수를 비롯한 주요 곡물이 우리나라 사료관리 법상으로는 검사대상(아플라톡신과 오크라톡신)이 아닌 후모니신(FUM), 제아레놀론(ZON), 데옥시니발레놀(DON)을 비롯한 곰팡이독소가 아플라톡신과 오크라톡신보다 더 오염되고 있는 것이 세계적으로도 곰팡이독소분석으로 권위를 인정받고 있는 싱가포르 소재의 로머(Romer) 연구소와 분석을 의뢰하고 있는 A사 및 K사와 같은 다국적 기업의 곰팡이독소 분석결과에 의해 공개적으로 확인되고 있다(그림1). 이에 따라, 우리나라에서도 전술한 연구소나 기업들이 제공하는 곰팡이독소 분석치를 실제 사료품질관리에 활용하면서 현실을 반영하지 못하는 국내 사료관리법의 미비점을 다양한 형태의 곰팡이독소흡착제 거제를 자발적으로 사용하면서 귀중한 사료원료가 곰팡이독소로 인한 피해를 당하지 않도록 최선의 노력을 기울이고

있는 것으로 확인되고 있다.

일본의 경우에는 3기관이 통합된 (獨)농림수산 소비안전기술센터(FAMIC, 구(舊) 비사료검사소, [www.famic.go.jp](http://www.famic.go.jp))에서 매년 배합사료 및 사료원료의 각종 곰팡이독소의 오염상황을 파악할 수 있는 분석치를 공개적으로 제시하고 있는 것은 물론, 일본 곰팡이독소학회([www.chujo-u.ac.jp/myco/](http://www.chujo-u.ac.jp/myco/)) 및 식품안전위원회([www.fsc.go.jp](http://www.fsc.go.jp))의 분야별정보(곰팡이독소분과위원회)를 통해 곰팡이독소와 관련된 정보를 제공하고 있고, 우리나라에서도 전술한 인터넷 사이트와 월간 양돈계(2008년 5월호), 임상수의(2007년 6월호), Asian Poultry(2007년 4월호) 와 Feed Business(2008년 1,2월호와 5,6

Chart 2: Prevalence of mycotoxin in different geographical regions within Asia Pacific.

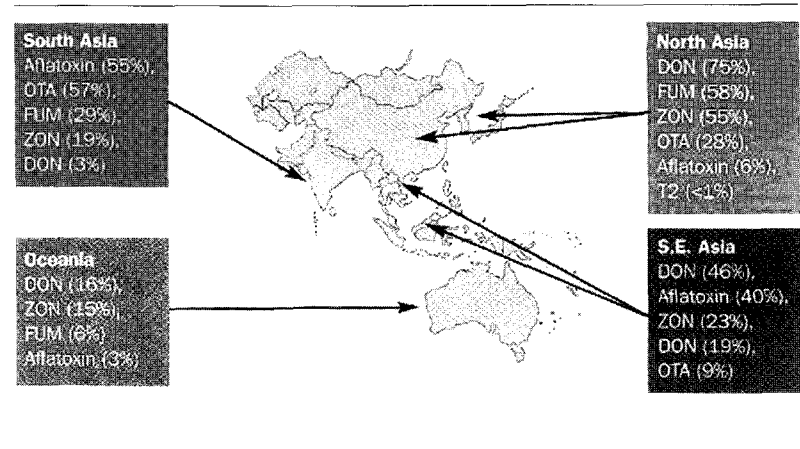


그림 1. 아시아, 태평양지역 내 국가 간의 곰팡이독소 유행상황(Asian Poultry 2007년 4월호에서 발췌)

월호) 를 비롯한 전문지와 Animal Feed Science Technology(2007, Vol.137, P.265-282)를 통해 일본을 비롯한 세계 각국의 상황과 농장관리 현황을 파악할 수 있다.

우리나라와는 이에 비해 선진 축산국가에서 매년 공개적으로 제시하는 곰팡이독소에 대한 분석치와 정보제공수준면에서 OECD국가 중에서도 중, 하위권 모습을 보이고 있다고 해도 과언이 아니다, 각성이 요구되고 있다.

따라서, 본고에서는 본 주제와 관련하여 우리나라

에서는 매년 공개적으로 자료를 제공하는 기관이 없거나 마찰을 우려해서 자료제공을 꺼려하기 때문에, 일본으로부터 입수한 최신의 정보를 정리, 분석해서 관련 자료로서 제공하고자 한다.

### 1. 각종 곰팡이독소의 오염상황

우리나라에서는 국가 공 기관에서 아시아 주변 국가에서도 문제가 되는 곰팡이독소의 오염상황을 정기적으로 모니터링 하여 발표하는 경우가 거의

표 1. 사료원료 및 배합사료중의 곰팡이독소 오염실태(일본)

곰팡이독소	OTA		DON		NIV	
사료원료	B/A	범위(ppb)	B/A	범위(ppb)	B/A	범위(ppb)
옥수수	0/20	-	62/147	100~2,800	2/123	140~3,200
수수	1/33	56	16/51	100~770	1/48	4,800
보리	4/191	5~79	17/167	160~2,100	6/139	120~400
밀	5/44	6~11	16/49	130~1,300	1/45	470
귀리	4/68	10~15	7/51	120~730	3/50	140~230
연맥	2/15	28~33	1/9	190	0/9	-
배합사료	0/61	-	140/261	100~760	1/208	100

곰팡이독소	ZEN		FB1		T-2	
사료원료	B/A	범위(ppb)	B/A	범위(ppb)	B/A	범위(ppb)
옥수수	4/137	64~160	164/332	110~130,00	5/53	14~48
수수	73/143	60~3,800	13/80	100~7,700	5/13	5~31
보리	1/38	320	6/96	160~540	0/16	-
밀	0/19	-	0/16	-	0/4	-
귀리	1/13	-	1/43	530	0/4	-
연맥	0/1	-	0/5	-	-	-
배합사료	49/291	54~1400	20/33	130~4,000	7/49	7~54

자료출처: FAMIC(2001-2005년, 平成年 13-17年度)

없지만, 돼지의 생육에 문제를 일으키는 것으로 고려되는 곰팡이독소에 대해 (독) 농림수산소비안전센터(FAMIC, 구 비사료검사소) 2001~2005년에 분석된 배합사료 및 사료원료의 각종 곰팡이독소의 오염 상황은 (표1)과 같으며, 곰팡이독소분석에 관한 세계적인 권위를 인정받고 있는 싱가포르 소재 로머 연구소의 분석결과는 (표2)와 같다.

우리나라를 비롯한 아시아 주변 국가에서는 이전에는 아플라톡신(Aflatoxin)과 오크라톡신(OTA)과 같은 곰팡이독소가 주로 문제가 되는 것으로 나타났으나, 최근 들어서는 이러한 곰팡이독소보다는 후모니신(FUM), 테옥시니발레놀(DON), 제아레놀론(ZON), T-2톡신과 같은 곰팡이독소에 의한 원료곡물의 오염이 더 심각한 것으로 나타나는 Romer연구소의 분석결과(그림2)가 Asian Pork(2007)와 Asian Poultry(2007)에 발표되고 있어, 우리나라 사료공장의 품질관리 담당자들도 곰팡이독소 방제의 우선순위가 아플라톡신이나 오크라톡신보다는 다른 곰팡이독소를 최대한 방제하는 것에 맞추어지고 있다.

표 2. 세계 각국의 곰팡이독소 오염현황(Asian Poultry 2007년 4월호에서 발췌)

Table 1A: North Asia (includes China, Japan, Taiwan and Korea).						
North Asia	Aflatoxin	ZON	DON	FUM	T2	OTA
No. of Tests	414	414	414	324	387	111
No. Positive	23	228	310	188	3	31
Percent Positive (%)	6	55	75	58	1%	28
Median (µg/kg)	<4	46	234	158	<125	<2
Average (µg/kg)	51	592	731	1,579	299	15
Maximum (µg/kg)	494	14,105	10,374	14,714	399	82
Table 1B: South East Asia (includes Indonesia, Malaysia, Philippines, Thailand and Vietnam).						
South East Asia	Aflatoxin	ZON	DON	FUM	T2	OTA
No. of Tests	220	222	220	203	205	34
No. Positive	88	51	42	92	0	3
Percent Positive (%)	40	23	19	45	0	9
Median (µg/kg)	<4	<32	<50	<100	<125	<2
Average (µg/kg)	37	164	661	683	ND	5
Maximum (µg/kg)	306	762	3,908	2,038	ND	8
Table 1C: South Asia (mainly India).						
South Asia	Aflatoxin	ZON	DON	FUM	T2	OTA
No. of Tests	31	31	31	28	27	7
No. Positive	17	6	1	8	0	4
Percent Positive (%)	55	19	3	29	0	57
Median (µg/kg)	15	<32	<50	<100	<125	2
Average (µg/kg)	39	305	57	202	ND	4
Maximum (µg/kg)	139	1,182	57	334	ND	10
Table 1D: Oceania (mainly Australia).						
Oceania	Aflatoxin	ZON	DON	FUM	T2	OTA
No. of Tests	62	62	62	62	29	2
No. Positive	2	9	10	5	0	0
Percent Positive (%)	3	15	16	8	0	0
Median (µg/kg)	<4	<32	<50	<100	<125	<2
Average (µg/kg)	4	211	224	218	ND	ND
Maximum (µg/kg)	4	758	494	305	ND	ND

아플라톡신의 경우에는 기존의 점토(Clay)나 벤토나이트(Bentonite)만을 가지고도 우수한 방제 효과를 나타내는 것이 학술논문으로도 확인되고 있으나, 오크라톡신, 후모니신, T-2톡신과 같은 곰팡이독소까지도 흡착, 제거할 수 있는 것이 과학적인 실증 공인논문으로 확인시켜 줄 수 있는 곰팡이독소흡착제거제는 매우 적은 것이 현실이다.

일본의 경우에는 우리나라에서 규제대상으로 하는 아플라톡신과 오크라톡신 외에도 ZON과 DON에 대해서도 사료중의 곰팡이독소 기준치가

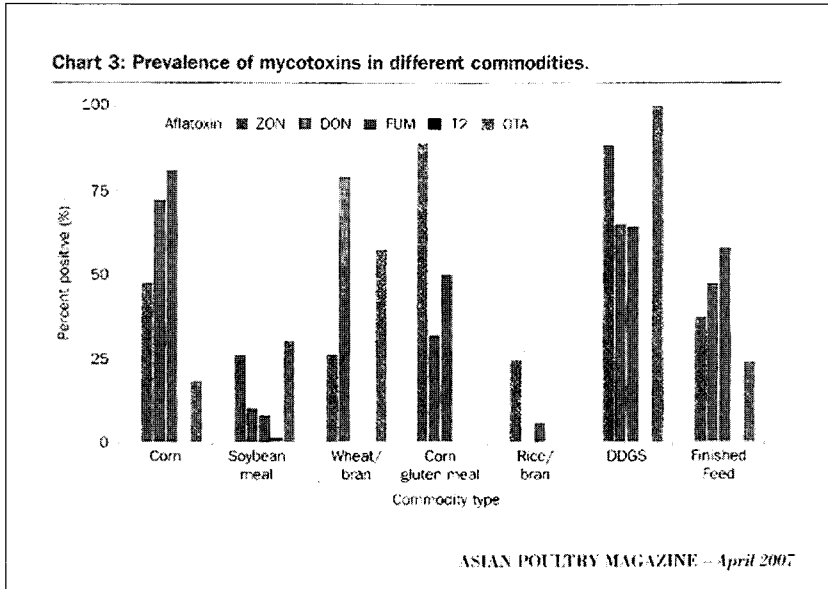


그림 2. 사료원료별 곰팡이독소 오염상황

설정되고 있어, 우리나라에서도 육성 돈 사료에서 ZON이 실제로 검출되는 것으로 확인이 된 만큼, 규제대상 곰팡이독소가 더 확대되어야 할 것으로 여겨지고 있다.

우리나라에서 생산되는 배합사료의 원료(사료 원료)의 다수는 수입에 의존하고 있다. 그 때문에, 수출국의 기상상황에 의해 곰팡이독소에 오염된 사료원료가 국내에서 유통될 가능성은 무시할 수 없다. 현재 CODEX위원회에 의한 국제기준이나 행동규범의 설정에 의해, 선진 축산국가에서는 수입업자, 사료제조업자나 생산현장의 원료오염의 인식이 높아지고 있고, 품질이 높아진 원료가 유통이 되고 있는 것으로 알려지고 있으며, EU에서는 가축복지 차원에서 곰팡이독소에 오염된 사료

와 신선한 사료의 희석 급여도 금지시키려는 동향을 나타내고 있어 논란의 대상이 되고 있다.

## 2. 옥수수증류 주정박 (DDGS)의 곰팡이독소 오염상황

DDGS는 옥수수로부터 연료용 알코올을 제조할 때 나오는 부산물이다. 일본의 경우에는 미국으로부터의 수입실적은 2005년(平成 17년)은 5,300톤이었지만, 2006

년(平成18년)에는 4만 4천 톤으로 급증해서, 2007년(平成19년)에는 10만 톤이 되고 있다. 2006년(平成18년)에 수입된 DDGS중의 곰팡이독소를 분석한 결과 및 같은 시기에 수입된 옥수수의 곰팡이독소의 분석결과(표3)와 같다.

ZEN 및 DON은 옥수수보다도 DDGS로 가공하는 것이 곰팡이독소함량이 높은 경향을 나타내고 있다. 반대로, 후모니신은 옥수수보다도 DDGS로 가공하는 것이 곰팡이독소함량이 저하되는 경향을 나타내고 있다. 미국에 있어서 DDGS공장은 현재는 북부에 집중되고 있지만, 금후 아플라톡신(AF)생산 균이 존재하는 남부에도 DDGS공장의 건설이 계획되고 있기 때문에, DDGS중의 아플라톡신에 충분히 주의할 필요가 있는 것으로 지적되고 있다.

표 3. 미국산 옥수수 및 DDGS중의 곰팡이 독소 함량(일본)

곰팡이 독소	수량	기준치	수량	기준치
AFB1	12/25	4ppb	0/36	-
	-48.00%		0%	
ZEN	2/17	73ppb	34/34	150ppb
	-11.80%		-100%	
DON	16/16	357ppb	38/38	1,140ppb
	-100%		-100%	
T-2독신	4/15	12ppb	26/52	8ppb
	-26.70%		-50.00%	
FB1	21/22	2,607ppb	18/33	397ppb
	-95.50%		-54.50%	

자료출처: FAMIC(2007년 1-8월 수입품, 平成 19년 1-8월)

우리나라에서도 최근 들어서 옥수수와 대두박 가격의 급증으로 인해 일본과 마찬가지로 DDGS의 사용량이 늘어날 전망이다기 때문에, DDGS 중의 곰팡이독소에 대한 품질관리에 만전을 기해야 할 것으로 여겨지고 있다.

### 3. 가능한 곰팡이독소의 발증(發症) 방어대책으로서 양호한 곰팡이독소흡착제거제의 선택기준

사료가격이 높게 되어도, 사료원료의 품질이 높아지면 문제는 적지만, 지구의 온난화현상이 곰팡이가 생기게 할 요인을 크게 하고 있다. 또한, 사료곡물, 사료원료가 세계적으로 폭등을 할 정도로 요동치면서 오염된 원료가 깨끗한 원료와 혼합될 가능성도 커지고 있다. 동시에 농장에 있어서의 사료의 저장,

급이 장치 내에서의 곰팡이도 문제가 되고 있어, 농장에서도 특히 곰팡이독소의 발생으로 인한 피해가 우려되는 하절기에는 지역의 동물약품판매점이나 동물약품업체들로부터 직접 곰팡이독소흡착제거제를 구입해서 사용하는 경우도 있다.

현재 국, 내외에서 수습 종이 넘는 각종 형태의 곰팡이독소흡착제거제가 개발되어, 판매되고 있지만, (그림3-5)에서 보는 바와 같이 판매회사의 효능에 분명한 차별화가 있는 것이 분명히 확인되고 있고, 특히 ZON, FUM, T-2독신과 같이 현재 주로 문제가 되는 곰팡이독소의 흡착제거에 대한 효능에서는 우열이 심하게 나타나고 있다. 실험실 내보다 실제 야외에서의 효능에 대한 공인여부에 대해서는 더욱 그러하다.

현재 난립하고 있는 곰팡이독소흡착제거제 중

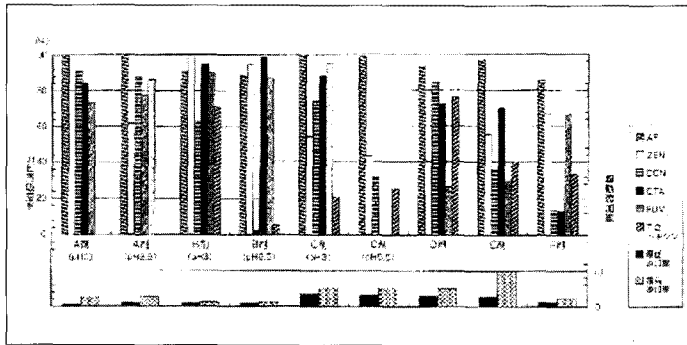


그림 3. 일본에서 판매되는 곰팡이독소흡착제의 곰팡이 독소의 흡착률 (각사의 시험관내 실험 자료에 의해 발췌)

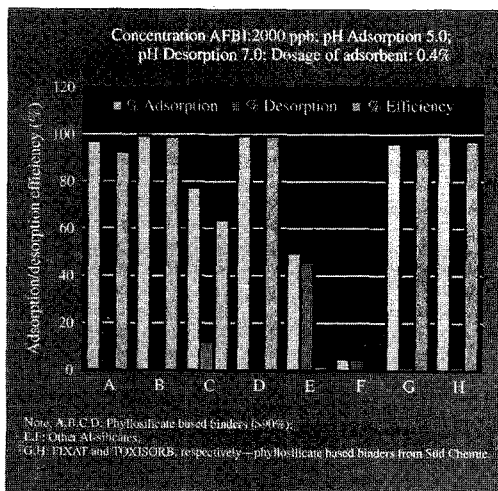


그림 4. 여러 형태의 곰팡이독소흡착제에 대한 아플라톡신의 실험실내 비교(Feed International 2003년 10월호에서 발췌)

에서 가장 신뢰할 만한 제품을 선택하기 위해서 양호한 곰팡이독소흡착제거제의 선택기준을 열거하면 다음과 같다.

- ① 사료에서는 저 배합이어야 한다.
- ② 저 농도의 곰팡이독소에도 흡착능력은 높아야

한다(특히 문제가 되는 곰팡이독소를 흡착한다).

- ③ 흡착된 곰팡이독소를 이탈하지 않아야 한다(온도, pH, 전자적 결합에서도 이탈하지 않아야 한다).
- ④ 다 종류의 곰팡이독소를 흡착한다(사료에 보이는 곰팡이독소는 20여종 정도로 알려지고 있다. 곰팡이독소 전체로는 500종류 정도로 알려지고 있다).
- ⑤ pH 등에 영향을 받지 않아야 한다(위와 장에서는 pH가 다름).
- ⑥ 시험결과를 학회에서 발표해 공인을 받아야 한다(학회발표에는 제3자의 감정(鑑定)이 들어간다).
- ⑦ 동물을 사용한 시험을 행했는지를 반드시 확인한다(시험관에서의 흡착과 체내 흡착에는 큰 차이가 있음).

상기(上記)의 조건을 만족시킬 수 있는 곰팡이독소흡착제거제를 선택해야 경제적으로나, 돼지의 생리적으로도 안심하고 사용할 수 있으나, 현재, 국, 내외에서 판매되고 있는

점토나 HSCAS제품은 특히 체내에서의 곰팡이독소흡착제거능력에 있어서 효능의 공인이 의심스러운 경우가 많아 단순히 가격보다는 여러 가지 조건의 만족도여부를 고려해서 신중히 제품을 선택하는 것이 요망되고 있다.

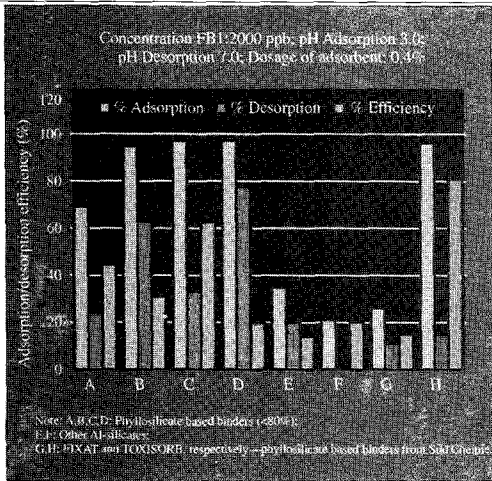


그림 5. 여러 형태의 곰팡이독소흡착제에 대한 후모신의 실험실내 비교(Feed International 2003년 10월호에서 발췌)

## 결론

1) 우리나라의 배합사료의 원료로서 사용되고 있는 주요 곡물의 곰팡이독소 오염현황은 과거에는 아플라톡신이 주요 관심사였으나, 근래 들어서는 우리나라에서 법으로 규제하고 있는 아플라톡신과 오크라톡신보다도 ZON, DON, FUM, T2를 비롯한 곰팡이독소가 더 심하게 오염되고 있는 것이 분명히 밝혀지고 있다.

따라서, 우리나라에서도 기존의 곰팡이독소 규제 외에도 일본을 비롯한 선진 축산국가와 마찬가지로 ZON, FUM, DON을 비롯한 곰팡이독소에 대해 잔류규제치 설정을 서둘러서 해줄 것을 농림수산물부에 요청하는 것이 순리에 옳다고 할 수 있다.

2) 우리나라 사료공장의 상당수가 이미 기존의 곰팡이독소보다도 ZON, FUM, DON을 비롯한 곰팡이독소가 더 문제가 될 가능성이 높다는 것을 알고, 특별한 해결책을 찾는 것이 쉽지 않은 현실에서 곰팡이독소흡착제를 효율적으로 사용하는 것에 의존하는 비중이 높아지고 있는 만큼, 이들 첨가제의 객관적인 효능 검증에 필요한 연구가 많이 진행되어야 할 것으로 여겨지고 있다.

## 참고문헌

- 1 Asian Poultry 2007년 4월호
- 2 Feed Business 2008년 1~2월호, 5~6월호
- 3 월간 양돈계(일본) 2008년 5월호
- 4 현대양돈 2007년 7월호
- 5 Feed International 2003년 10월호
- 6 일본 농림수산물안전기술센터([www.famic.go.jp](http://www.famic.go.jp))
- 7 식품안전위원회([www.fsc.go.jp](http://www.fsc.go.jp))
- 8 Animal Feed Science Technology 2007년
- 9 사료관리법
- 10 Asian Pork 2008년 6~7월호

\*본 원고는 본지 편집방향과 일치하지 않을수도 있습니다.