

연료 로서의 "Methane gas"이용

The use of Methane gas as a Fuel for Farm House

한 옥 동
Woock Dong Han

1. 농촌연료의 현황

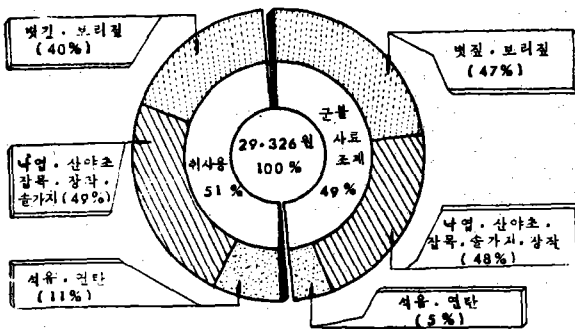
가. 주연료 로서 산간지에서는 입산물 평야지에서 는 곡초류를 사용하고 있으며 도시에서 사용하는 연 탄, 석유, 전기, 프로판가스등은 별로 사용치 않고 있다. 또한 현 여건으로 보아 가까운 장래에 이러한 연료로 대체될 가망도 희박하다.

농촌연료현황

연료명	호당 평균		평야지	산간지
	수량	금액		
볏짚, 보리짚	3,969 kg	12,688원	20,358원 75%	5,017원 15%
낙엽, 산야초, 잡목, 솔가지, 장작	3,916 kg	14,217원	3,821원 14%	26,311원 80%
연탄	120개	2,421원	2,961원 11%	1,647원 5%
석유	19l	9%		
합계		29,326원 100%	27,140원 100%	32,975원 100%

자료: 70년도 농촌진흥청조사

나. 총 사용연료중 취사목적으로 사용되는 연료는 51% 가량이다.



필자: 농공이용연구소

2. 연료 대체의 필요성

산림보호에 의한 한수해 방지

인구 증가에 따른 연료 수요량의 증대와 고질적인 전항의 여료 수급방법은 오늘날 총 약 674만 ha의 임야중 99만 ha의 무임목지와 ha당 임, 목, 축정량 9m³(일본, 68m³)라는 황폐된 임야의 현상을 가져왔고 농경지의 평균 유기질 함량도 2.16%(일본 5.69%)로서 열악한 지력현상을 보이게 하고 있다. 이러한 현상은 결과적으로 해마다 되풀이되는 혹심한 한수해와 토지생산력을 저하시켜 식량 증산에도 직접 간접으로 큰 영향을 주고 있다.

참고.

(1) 미국 생산량 비교(1967)

(농촌 진흥청 미국 증산 회의 자료)

한국 313 kg/10 a, 일본 417/10 a,

(2) 한해(1955~1968)(농림부 농업용수 개발자료)

년평균 피해면적 211,322 ha

년평균감수량 218,192%

(3) 수해

1961~1970 년평균 재산피해액 78억원

(전실부통계)

년평균 사망인원 243명

1916~1950 년평균 재산피해액 51억원(한·미 가

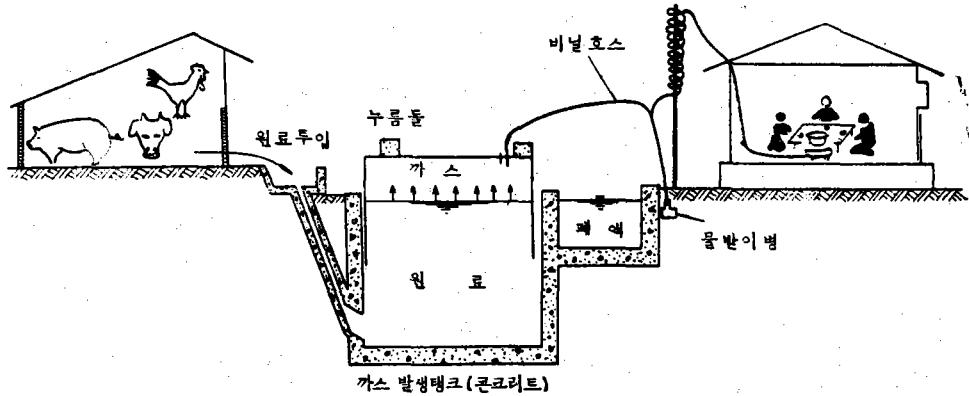
솔협회 세미나)

년평균 사망인원 257명

3. Methane gas(CH₄)의 연료화

가. 발생원리

유기물이 공기와 차단된 상태에서 혐기성균과 Methane 균 작용으로 부숙과정에서 발생하는 gas를 Methane gas라하며 이 gas는 기연성 이기때문에 이를 인위적으로 잡아서 연료로 사용하는 것이다.



나. 원료의 화학적 분해과정과 gas 발생

제 1 단계의 분해(원료 투입후 10~15일 간에 일어나는 분해)

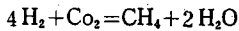
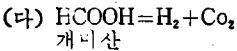
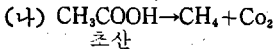
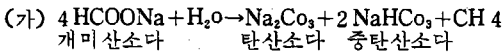
Protein→아미노산, 유화물(H₂S)

탄수화물→CO₂, 알콜

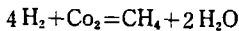
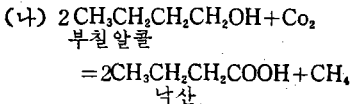
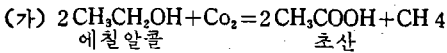
Fat→지방산, 알콜

제 2 단계의 분해

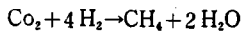
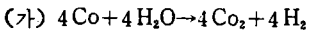
(1) 지방산의 분해



(2) 알콜의 분해



(3) gas로부터의 CH₄ 생성



4. Methane gas의 연료이용 연혁

가. 일본 : 1923~1955에 Methane gas 발생 장치에 대한 신안특허공고 48 건

실용신안공고 178 건

1958년 동경농지에서 시험착수 현재 Methane gas 장치를 위해 농가 개선자금, 호당 40,000 원

무이자대부, 3년 상환기간

나. 한국 : 시험연구. 1964~1967년 서울대 농대

이용빈 교수

1965년 축산 시험장 김형철

1967~'70년 농공이용 연구소

농가보급. 1969 444 농가

1970 740 "

계 1,184 "

5. 발생장치와 소요자재

가. 시설물의 종류

원료로부터 메탄가스를 발생시켜 사용할수 있게 하기까지의 필요한 시설물의 종류는 다음과 같다.

- (1) 원료 저장탱크
- (2) 원료 투입관(토관 또는 콘크리트관)
- (3) 가스발생탱크(콘크리트)
- (4) 폐액통(콘크리트통)
- (5) 홀다(목책과 연화비닐)
- (6) 가스 유도호스
- (7) 가스콘로

나. 구조와 소요자재

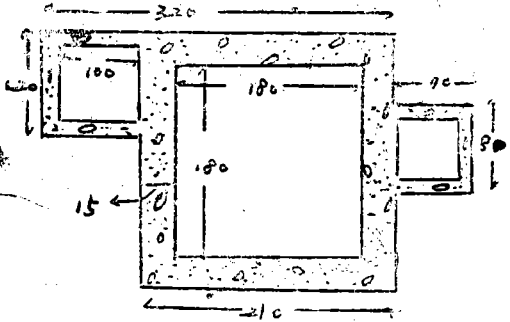
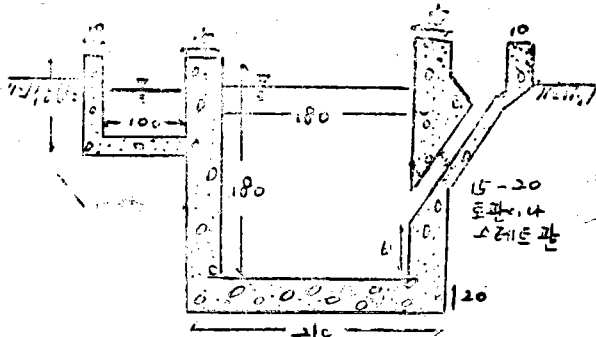
우선 농가표준 가족수를 5~6인으로 하고 1일 소비열량(난방은 제외)을 6,000 Kcal로 추정 한다면 발생탱크의 규격은 1.8m×1.8m×1.8m~2m×2m×2m 정도로 하는것이 적당하겠다.

1기당 규모를 더욱크게 한다면 관리상 불편을 면치못하고 적으면 비경제적이니 단차 이를 표준으로 하되 요구 열량의 조절은 기수와 투입원료로 하도록 한다. 이는 1일 1m³(약 6,000 Kcal)의 가스를 발생시키는데 필요한 용적 이므로 이 범위내에서 사용자가 적당히 조절 사용하기로 한다. 시설장치의 규격과

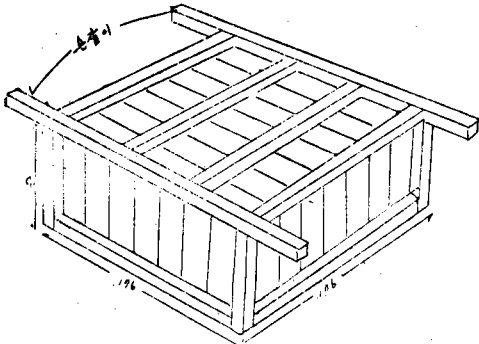
메탄가스발생장치 (단위:cm)

단 면 도

평 면 도



단면도 (1.8×1.8×1.8용)



Methane gas 발생장치 소요자재 내역
(1.8×1.8×1.8)
'70. 4. 30(건설자재노임시세표)

1. 콘크리트 공사용 자재

품명	규격	단위	수량	비고
시멘트	42,638 kg	포	16	콘크리트배합비 1:3:6
모래		m ³	1.3	
자갈		"	2.7	
거푸집		재	3.5	
콘크리트공		인	2.52	
조공		"	2.24	
목공		"	3.25	
조공		"	1.69	

2. 홑다 제작공사

육송자재	1×2×70	개	10	
"	2×2×30	"	4	
육송판재	0.5×10×60	"	6	
"	0.5×10×30	"	24	
목공		인	2	
조공		"	2	

3. 잡자재

비닐홀다	176×176×90	개	1
비닐호스	φ10mm	m	10
토관	φ15cm	개	4
못	2치	kg	3
"	5"	"	1
콜탈		G/A	3
가스콘로	중형	조	1
토출루크	외경10m/m	개	1

Methane gas 발생장치 재소자재 내역
(2m×2m×2m)
1970. 4. 30(건설자재노임시세표)

1. 콘크리트 공사용 자재

품명	규격	단위	수량	비고
시멘트	42,638 kg	대	22	콘크리트배합비 1:3:6
모래		m ³	2	
자갈		"	4	
거푸집		재	110	
콘크리트공		인	5	
조공		"	5	
목공		"	7	
조공		"	7	

2. 홑다 제작공사

육송자재	2×2×70	개	8	
"	2×2×30	"	4	
육송판재	0.5×10×30	"	28	
"	0.5×10×70	"	7	
목공		인	2	
조공		"	2	

3. 잡 자 재

비닐 폴다	195×195×90	개	1
비닐 호스	10m/m	m	10
토 관	15cm	개	4
못	2치	kg	3
"	5치	"	1
콜 탈		G/A	3
가스콘로	중 형	조	1
토출록크	외경 10m/m	개	1

소요자재 비용은 대략 위의 그림 및 표와 같다.

다. 설치의 위치

- (1) 남향으로 일조시간이 길곳
- (2) 지하수위가 낮고 건조한곳
- (3) 찬바람으로 부터 보호 될수있는곳
- (4) 가급적 축사부근 인곳
- (5) 터파기가 용의하고 돌 자갈이 많지 않은곳

6. 메탄가스의 특징

가. 성분과 열 발생량

가스 발생탱크에서 나오는 통칭 메탄가스란 전부가 순 메탄가스는 아닌 것이며 대략 다음표와 같은 성분으로 구성되어 있는 것이다.

메 탄 수 소	탄 산 가스	일산화탄소
55~65%	8~10%	20~30%
0.01~0.8%		
유화 수소	질 소 산	중탄화산소
0.02~0.5%	6~7%	0.1~1.1%
		0.2~1.1%

가스 1m³의 발생량은 5,500~6,500 Kcal이다.

나. 폭발성

메탄가스의 폭발 범위는 메탄이 공기중에 5.8~13.3% 혼합되었을 경우에 한하여 점화하면 폭발하고 그 이하 또는 이상 상태에서는 연소할뿐 폭발하지 않는다. 발생탱크에서 나오는 메탄가스는 55~65%의 농도이므로 인화하더라도 폭발 염려는 없으며 또한 본 가스의 비중은 공기의 1/2밖에 되지않아 가스가 새어 나와도 위로 올라가는 성질이 있으니 만

가스 폭발 범위

가 스 별	폭발범위%	비 고
메 탄	5.8~13.3	1. 메탄가스가 연료로서 사용가능 할려면 공기가 20% 이상 포함 되어야 한다.
푸 로 판	2.4~ 9.5	
수 소	6.2~91.4	
일산화탄소	16.3~71.2	2. 폭발 위험성이 가장 큰것은 아세틸렌이다.
아세 지 렌	3.0~82.0	
도시 가스	7.2~24.3	
휘 발 유	1.5~16.0	

치 옥내에서 라도 공기통만 있으면 위험하지 않다.

다. 중독성

가항표에서 볼수있는 바와 같이 인체에 해로운 일산화 탄소의 함량이 극소하여 구공탄처럼 중독될 염려는 적다.

라. 저장성

연료별	임계온도 (°C)	임계압력 (atm)	비 등 점 (°C)	압축용적비
메 탄	-82.1	45.8	-161.4	600 : 1
푸로판	96.8	42.0	-44.5	300 : 1

메탄은 비등점이 -161.4°C로 낮기 때문에 푸로판가스와 같이 이를 액화하여 "봄베"에 저장하기가 극히 곤란하다. 즉, 메탄을 액화하는데는 액체공기(B.P-194°C)를 사용하여 임계온도 -82.1°C 이하로 냉각시키고 임계압력 45.8atm 이상의 압력을 주어서 그용적을 1/600 이하로 해야한다. 또한 액화가스의 수송에 있어서도 용기 내의 온도를 비등점 이하로 유지해야 하기 때문에 메탄가스의 액화는 거의 실용성이 없다.

바. 화력이 높다

<물 1.8l 물 끓이는데 소요시간>

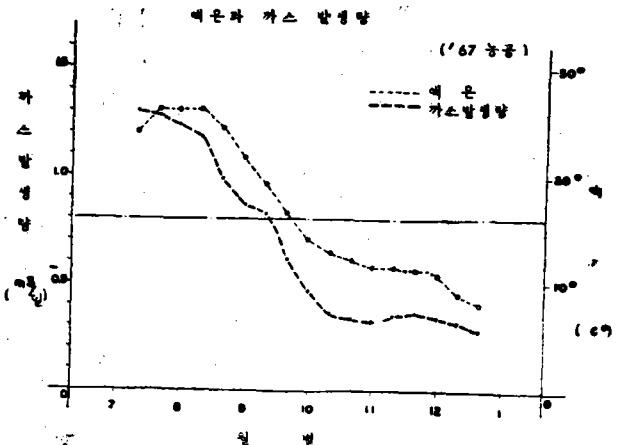
열 원	소요시간	비 고
전열기(600w)	24~26분	
숯 풍로	13~15"	저온 25.5°C
석유풀로, 푸로판가스	11~12"	수온 23.5°C
도시가스(석탄)	12~14"	끓는물온도
메탄가스	9~10"	97.0°C

바. 냄새

순수 Methane은 무색 무취의 기체이지만 유화수소 기타 불순 gas를 함유하고 있어 불쾌한 냄새가 있다. 그러나 연소 중에는 거의 느낄 수 없다.

사. 고온에서 잘 발생한다.

메탄균의 활동은 0°C부터 55°C까지 가능하나 최



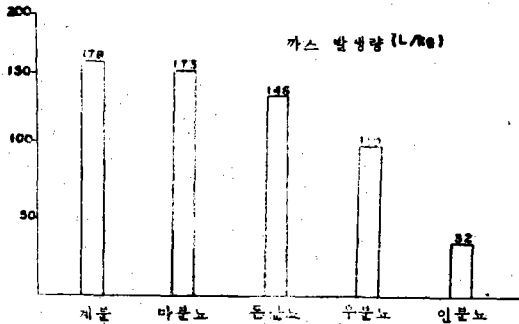
주 : '67.5.15일 시공 6.1 제2구입 10.11 비닐보온

적온도는 30~35°C이며 15°C 이하로 탱크내 액온이 내려가면 가스발생량의 감소로 실용량 총족이 못되므로 겨울철의 보온이 중요하게 되는 것이다.

7. 원료 선택과 보급

가. 원료선택

가스발생 원료가 될수있는 재료의 범위는 넓으며 농촌에서 자급할수 있는 재료로서의 인분노, 모든가축의 분뇨, 부패·변질한 각종 야채나 음식물 찌꺼기, 쌀·보리겨 등이 있다. 그러나 이와 같은 재료 중에서도 가스발생이 많고 적음과 분해속도가 빠르고 늦은것등이 있으며 주요 분뇨별 가스발생 상황은 다음 그림과 같다.



즉, 좋은 재료는 분해 속도가 빠르고 잔사량이 적은 것이며 음식물찌꺼기, 누에똥, 계분, 우분, 돈분 등이 이에 속하며 따라서 가스 발생량도 많다. 특히 겨울철 투입 재료는 저온에서도 분해가 잘되는 계분이 좋고 인분노는 좋지 않다. 누에를 치는 농가에서는 잠분을 쌓아 두었다가 겨울철 투입원료로 사용하게 되면 저온기에서 가스를 많이 얻는데 크게 도움이 될것이다. 원료의 농도는 진하게 하는 것보다는 오히려 묽게 하는 것이 좋으며 계분의 경우는 4~5배의 물로 희석하여 사용하는 것이 좋고 소, 말, 돼지의 분뇨는 2배의 물로 희석 사용한다. 희석용수는 축사물 세척한 오수나 기타 잡용수를 사용해도 상관없다. 부적당한 원료로서는 김치저림, 국국물등 염분이 많은것 왕겨, 톱밥, 찌, 숯, 종이, 농약, 파, 마늘, 고무, 모래, 산성, 알칼리성이 강한 물질등을 들수있다.

나. 원료투입

신설할때는 먼저 메탄의 모균이 많이 있는 시궁창 흙에 잘섞은 퇴비장에서 흐르는 부패액을 가스발생 탱크에 1/5정도 집어넣고 그위에 희석한 원료를 탱크에 가득차게 넣어준다. 가스는 탱크내 액온과 투입원료에 따라 대체로 10~3개월만에 오기 시작한다. 가스가 발생하여 연료로 사용하기 시작해서 부터 20~30일이 지나서는 보급용 원료를 공급해 주어야 한다. 원료의 분해 완료일수는 여름에 50일 겨울에 100일이 걸리게 되므로 여름철에는 2~3일 거

울철에는 7일 간격으로 보급하되 특히 겨울철에는 40~50°C 되는 온수로 희석하여 투입해주면 가스발생량을 많게 하는데 큰 도움이된다. 원료의 1일 공급량과 이를 자급자족하기 위한 가축의 사육두수는 다음표와 같으며 저온기에는 미리 원료를 썩혀 투입하는 것이 가스를 속하게 많이 발생시키는데 도움이 되므로 예비발효 탱크가 있으면 좋다. 일일원료 공급량과 가축의 상당두수는 다음표와 같다.

구분	유기물 (%)	배설량 (kg/일)	보급량 (kg/일)	석유통수	상당두수
우분노	15	40	24	1.3	0.6
돈분노	16	11	22	1.3	2
계분노	25	0.15	12.5	0.7	83
인분노	3	1.3	104	5.8	80

8. 관리상 유의할 사항

가. 설치시기는 여름철 이전에하고 원료를 계속 투입하여 좁으므로 가스발생탱크내의 많은 메탄균이 보유되어 있도록 해가며 겨울철과 연결시켜야 한다.

나. 발생탱크에 잔사가 가득차서 청소를 요할때는 전부 꺼내지말고 20% 이상의 잔사를 남겨 모균을 계속 보유하게 할것이며 더운 계절에 실시할것 소제는 2~3년에 1회정도면 충분하다.

다. 원료투입후 가스가 처음 나올때는 탄산가스등이 많이 섞여있어 냄새가 나고 불이 잘붙지 않으니 이로서 성패를 속단하지 말고 처음나오는 가스는 계속 불이 붙을때까지 빼어버린후 사용할것.

라. 홀다용 비닐은 조그마한 구멍만 있어도 다량의 가스가 새어나오므로 홀다에 모래가 끼거나 다른 물건에 찍혀지지 않도록 잘 보호해 줄 것이며 가스발생에 의심이 갈때에는 비누물을 비닐전면에 발라 점검해 보고 새는곳이 있으면 뚫어야 한다.

마. 일시에 다량의 원료를 보충하였을때나 농도가 진한 상태에서는 가스가 잘 발생하지 못하니 원료투입의 량과 시기, 농도에 주의할것.

바. 저온기에는 2중비닐하우스로 가스발생탱크를 덮어주고 탱크주변은 미숙 퇴비나 왕겨를 넣어 주는 등 최대한 보온해 줄것.

9. 이용효과

가. 연료절약

우리나라 농가 호당 연간 연료비 29,326원 중에서 취사용으로 사용되는 연료비는 15,115원이므로 현 단계로서 우선 중부 남부 지방에 7개월 9개월씩 메탄가스로 대체사용한다고 하면 8,816원 11,334원을 절약하게 된다.

이를 경제적으로 계산하면 위의 표에서와 같이 연간 약 48억원의 이득이 추정된다.

메탄가스에 의한 취사용 연료 대체 가능성(호당)

연료명	년 간 취 사 용		메탄 가스 대체 가능량			
	수 량	평 가 액	중 부(7개월)		남 부(6개월)	
			수 량	평 가 액	수 량	평 가 액
볏짚, 보리짚	1,779 kg	5,982원	1,037 kg	3,489원	1,334 kg	4,486원
		100%		58%		75%
낙엽, 산야초	1,991 kg	7,360원	1,161 kg	4,293원	1,493 kg	5,519원
잡목, 솔가지		100%		58%		75%
장 작						
연 탄	89개	1,773원	52개	1,034원	67개	1,329원
석 유	9l	100%	5l	58%	7l	75%
합 계		15,115원		8,816원		11,334원
		100%		58%		75%

메탄가스에 의한 취사용 연료 대체 가능성(전국)

연 료 명	호 당		총 (125만호)		비 고
	수 량	금 액	수 량	금 액	
볏짚, 보리짚	1,334 kg ($1,779 \times \frac{3}{4}$)	4,507원 ($5,989 \times \frac{3}{4}$)	1,667,500ton	56.3억원	총농가 250만호×0.5 =125만호
초 목 류	1,493 kg ($1,991 \times \frac{3}{4}$)	5,270원 ($7,360 \times \frac{3}{4}$)	1,866,250	65.9	
연 탄	67개 ($89 \times \frac{3}{4}$)	1,329원 ($1,773 \times \frac{3}{4}$)	8,375만개	16.6	
석 유	7l ($9 \times \frac{3}{4}$)	126원 ($162 \times \frac{3}{4}$)	875l	0.15	
계		11,232		138.9	

메탄가스 이용의 경제성

시 설 비	년간운영비용(A)	메탄가스대체연료비(B)	차 인 액 (B-A)
375억원 (3만원×125만호)	91억원 (7,311원×125만호)	139억원	48억원

나. 기타효과

연료절약 효과 이외에도 다음과 같이 부차적 효과를 들수있다.

(1) 산림녹화와 한수해방지

현 농촌연료의 50%가 메탄가스로 대체 가능하게 된다면 연간 약 500만 ton의 임산물이 절약될 것이므로 산림은 녹화될 것이며 막대한 한수해 피해액도 경감 될것이고

(2) 금비절약

곡초의 퇴비환원(약 500만톤)으로 약 13억원 상당의 금비를 절약할수 있게 될것이며

(3) 지력증진에 의한 식량증산

퇴비 사용량은 246%로증가 될것이고 이로인한 지력의 증진으로 4% 이상의 식량증산 효과 (연간 약

48억원)를 기대할수있을 것이고

(4) 취사시간 절약

농촌주부의 취사시간은 현재의 4시간 47분/일에서 3시간 47분/일로 약 1시간/일이 절약 될것이고.

(5) 문화생활의 향상

기생충 단연방지 제소의 청경재배등 농촌의 환경 위생이 향상되어 결국 농민의 문화생활 향상에 크게 기여하게 될 것이다.

10. 금후 해결하여야할 사항

가. 내구성이 높은 홀다개발(현재년간 감가 상각비 7,311원중 홀다비용이 약 4,000원임)

나. 저온기의 액온상승에 의한 가스발생촉진(현재년간, 중부지방 7개월 남부지방 9개월만이 실용가능)

다. 메탄가스 이용도 확대(농촌점등 또는 난방등)