

**2018** 인하대 **K-MOOC** 강의 교재

# 인류의 그림자, 에너지 바로알기

신 현돈 교수

([hyundon.shin@inha.ac.kr](mailto:hyundon.shin@inha.ac.kr))

인하대학교 에너지자원공학과

2018

### 3: 석유산업의 특성

## 3-1: 석유산업에서는 어떤 일을 할까?

▶ 운송, 음식, 에너지, 전기, 건강, 통신



# 우리 몸 소지품의 **70%**는 석유에서

| 물의 70%는 물, 몸의 소지품의 70%는 석유화학제품 |



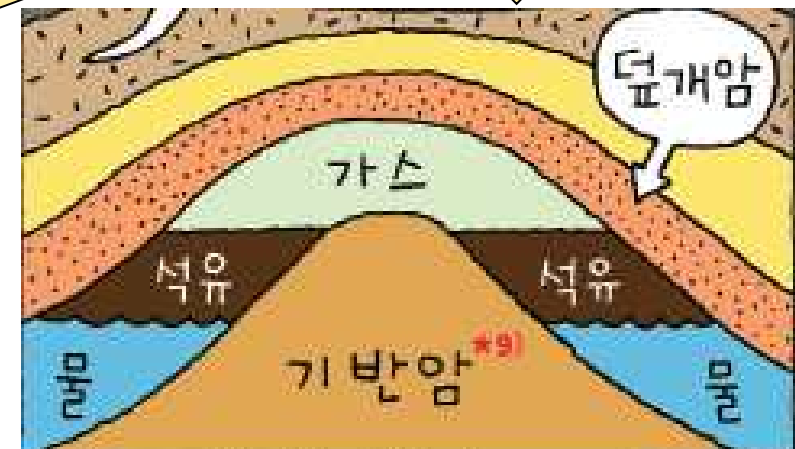
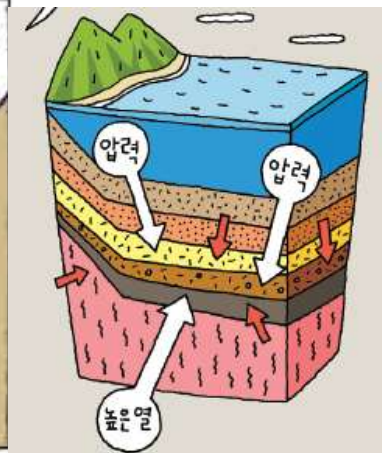
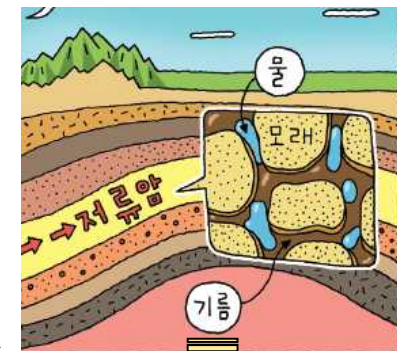
# 석유산업구조



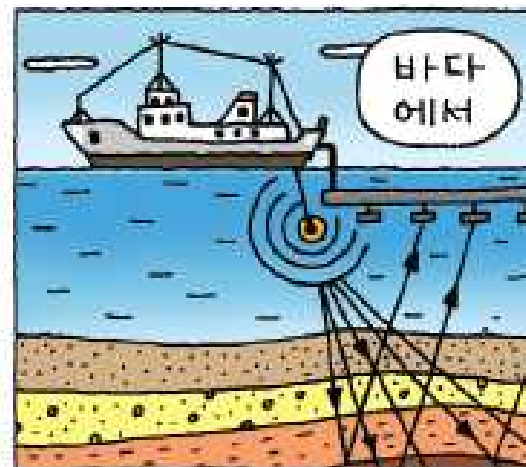


# 석유가스는 어떻게 만들어지나 ?

석유 성분: 탄화수소 (Hydro Carbon: HC)



# 석유가스를 어떻게 찾을까요 ?

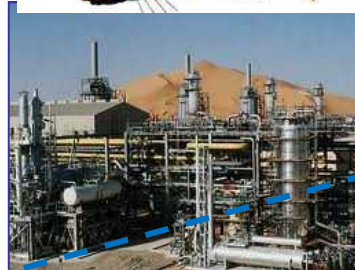
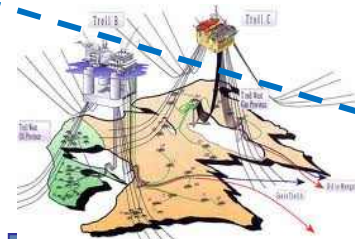
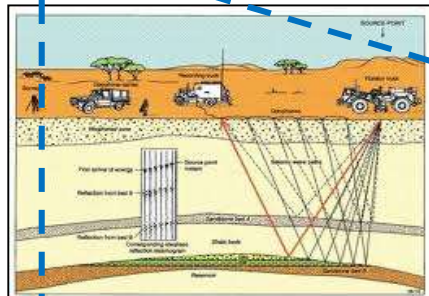




# 석유가스는 보물찾기처럼 어렵다!

- 탐사에서 석유가스를 찾을 확률은 **10%~30%**
- 새로운 지역 > 인근 생산지역

**100개**  
탐사



**5~10개**  
성공

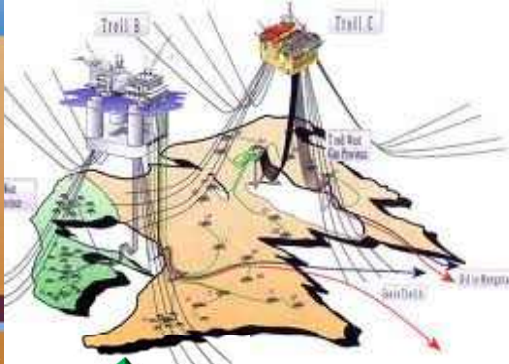
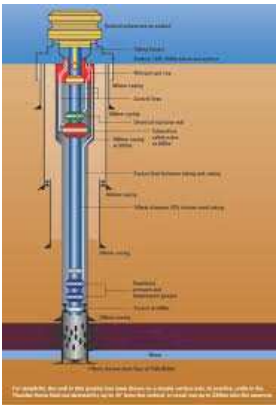
탐사단계

개발단계

생산단계

# 석유가스는 어떻게 생산할까요 ?

- 생산 시추 - 펌프 - 생산시설 - 파이프 - 정유공장

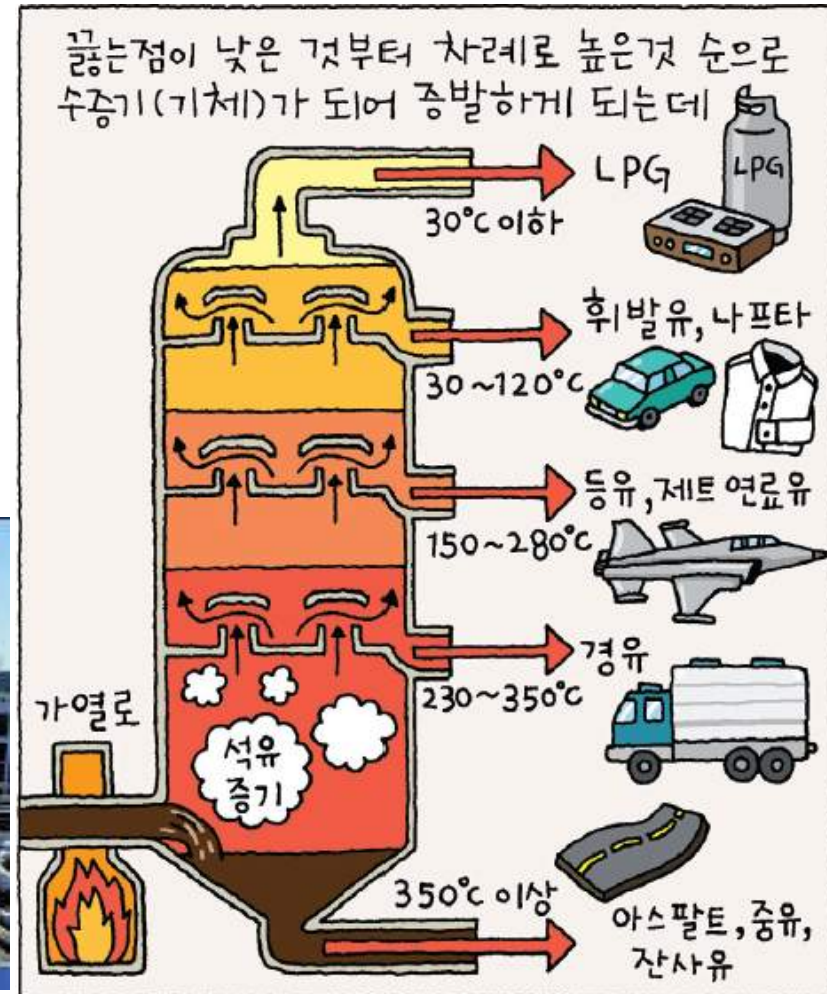


# 원유로부터 석유제품 까지

원유수입



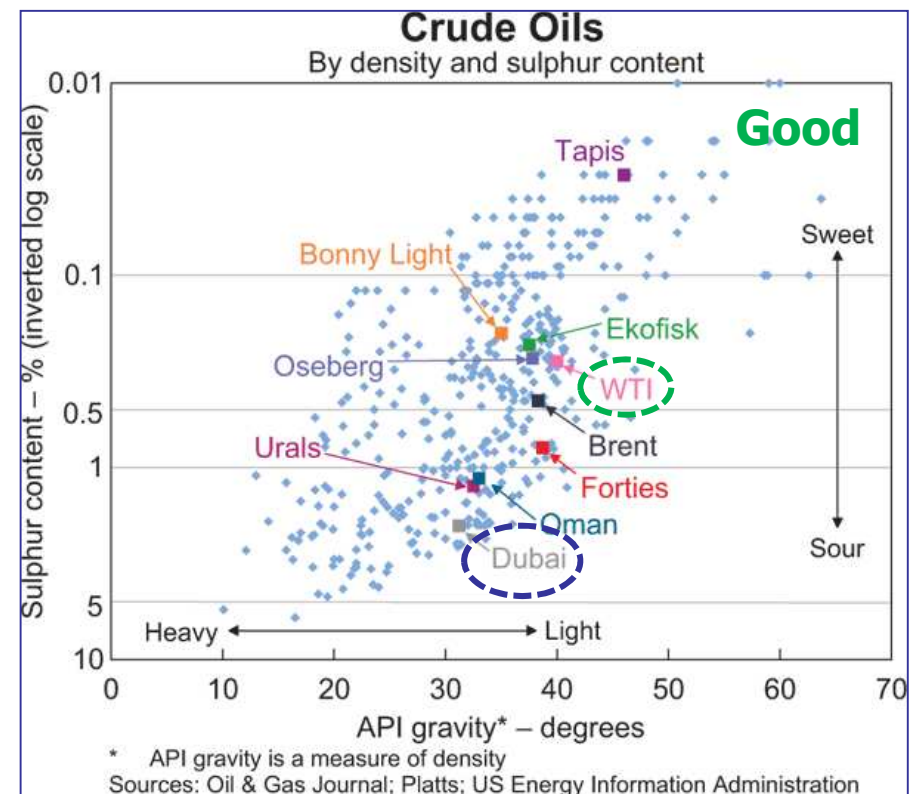
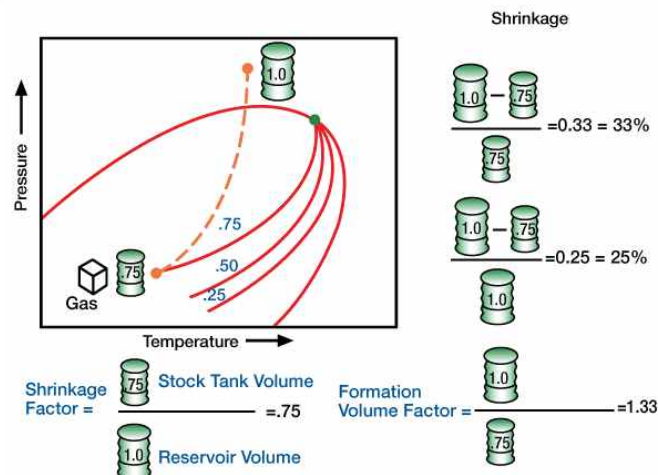
정유시설





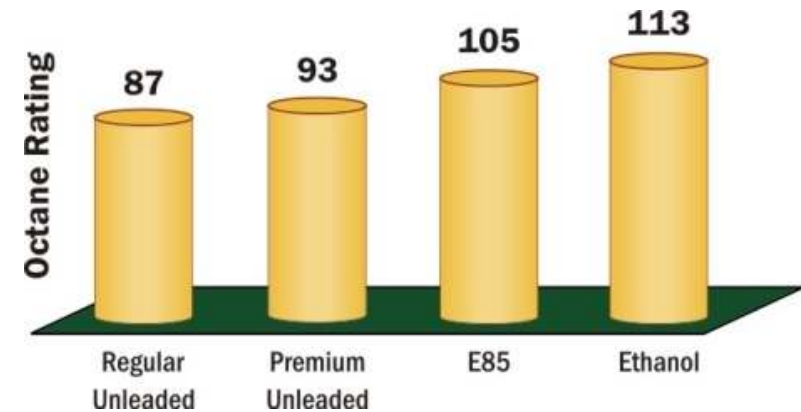
# 좋은 원유란 ?

- 휘발유 성분이 많음: 경질유
- 분순물이 적음: Sweet



# 연료의 품질 진화와 석유회사

## ■ 가솔린의 품질 지수 옥탄가





# 석유 생산 현장 모습- 정글의 법칙 ?

- 사막, 깊은 바다, 극지방 (더운 곳, 추운 곳, 밀림....)

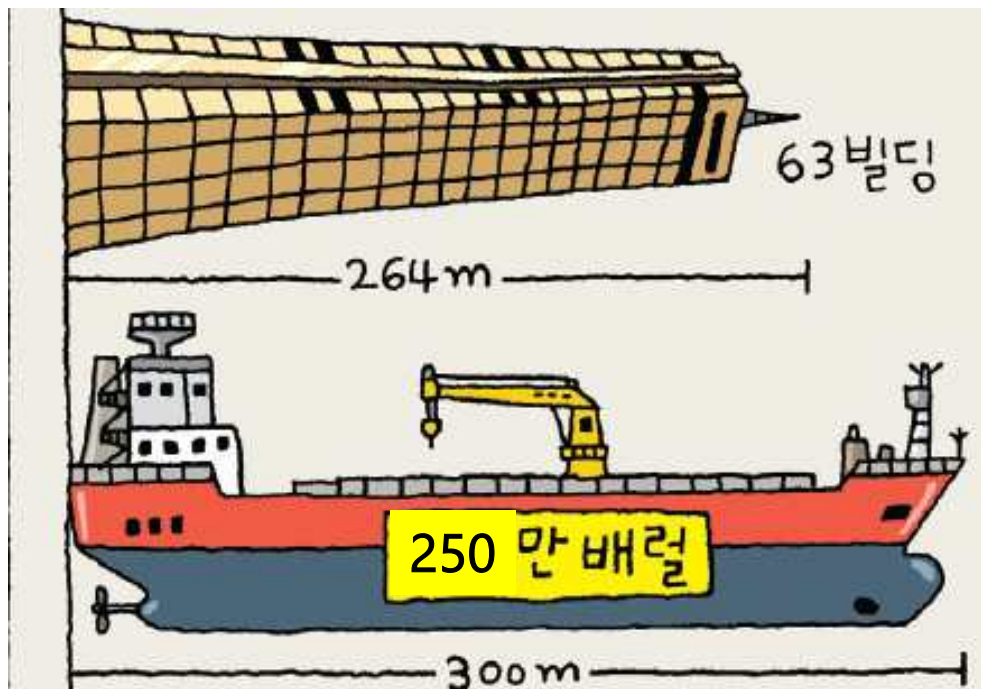


# 얼마나 석유를 쓸까요 ?

- 전세계가 **57년** 사용 가능한 양을 확보 중(**1.7조 배럴**)
- 대한민국은 **97%** 이상 수입하고 있음

**(250만 배럴 x 365일 = 9억 배럴 x \$100 = 100조원)**

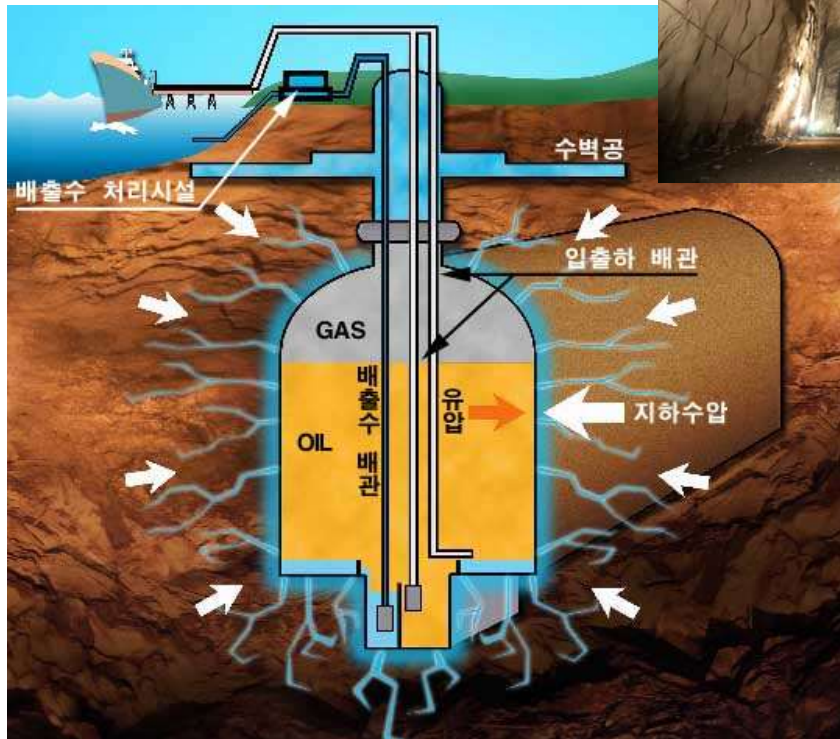
**(270만 배럴 x 365일 = 10억배럴 x \$60 = 60조원)**



# 유사시를 대비한 국내 원유비축

- 9개 비축기지: 146 MM bbls 용량 (93 MM bbls 비축)

지하공동 : W22.5m-H16m



지상탱크: D86m-H22m





# 석유화학 산업

원유정제 - 납사부해 - 합성수지, 합성원료



# 석유산업 체인

- 석유산업-석유화학산업-전방산업 및 제품





## 석유산업은 ?

- 석유산업은 석유의 탐사와 생산, 운송, 활용 등을 모두 포함
- 상류, 중류, 하류
- 넓게는 전방산업과 제품 포함

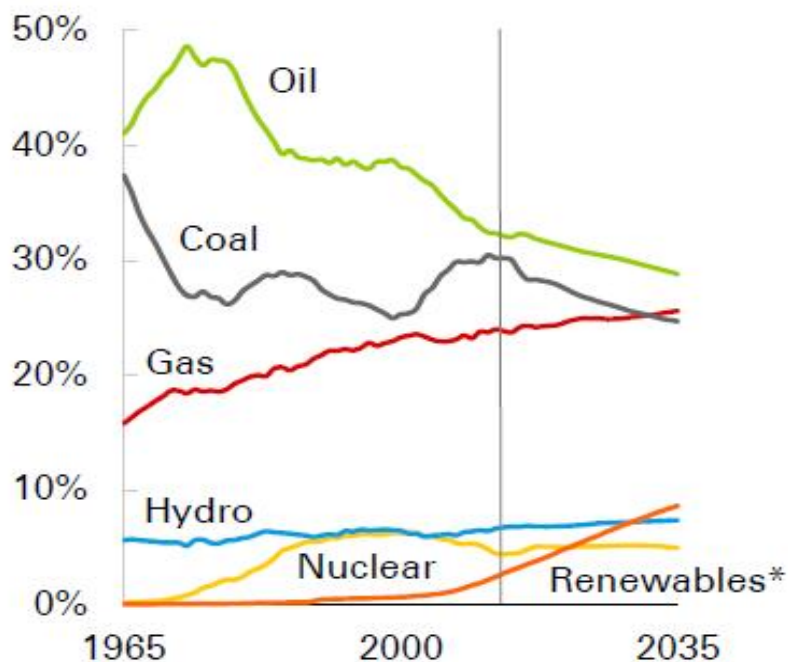


## 3-2: 석유와 산업, 경제의 관계

# 석유가스의 수요

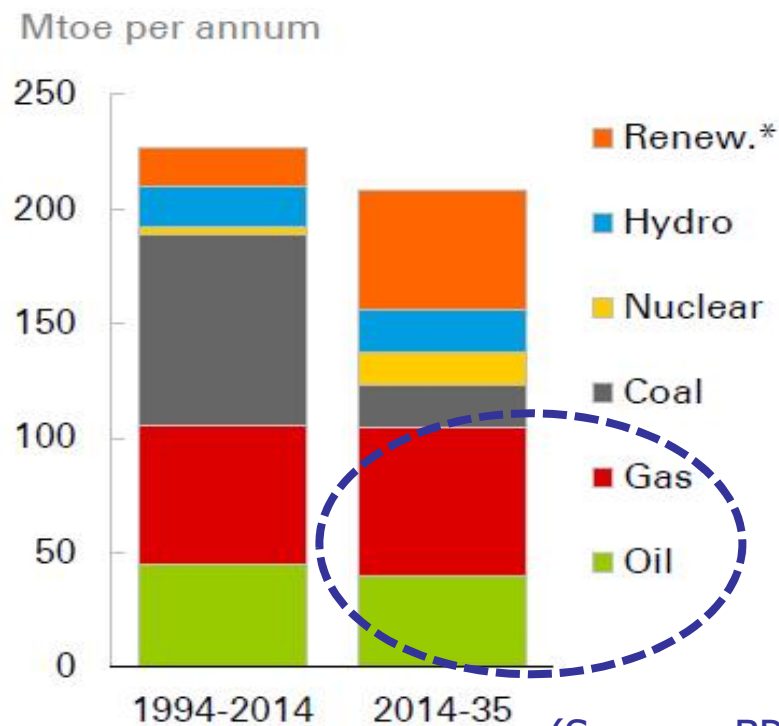
- 석유-석탄-가스 (2015) → 석유-가스-석탄 (2035년)
- 화석연료 비중은 감소하지만 수요량은 지속적으로 증가

Shares of primary energy



\*Includes biofuels

Annual demand growth by fuel



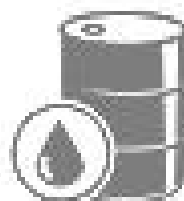
(Source: BP 2016)

# 석유소비량

## 정제시설규모와 상관: 정제품 수출

국가별 석유 소비량 (일 평균/단위: 배럴)

미국	1	1939만6천 (20.4%)
중국	2	1196만8천 (12.6%)
인도	3	415만9천 (4.4%)
일본	4	415만 (4.4%)
사우디	5	389만5천 (4.1%)
브라질	6	315만7천 (3.3%)
러시아	7	311만3천 (3.3%)
한국	8	257만5천 (2.7%)
독일	9	233만8천 (2.5%)
캐나다	10	232만2천 (2.4%)



1인당 연간 석유소비량 상위국가  
(단위: 배럴)

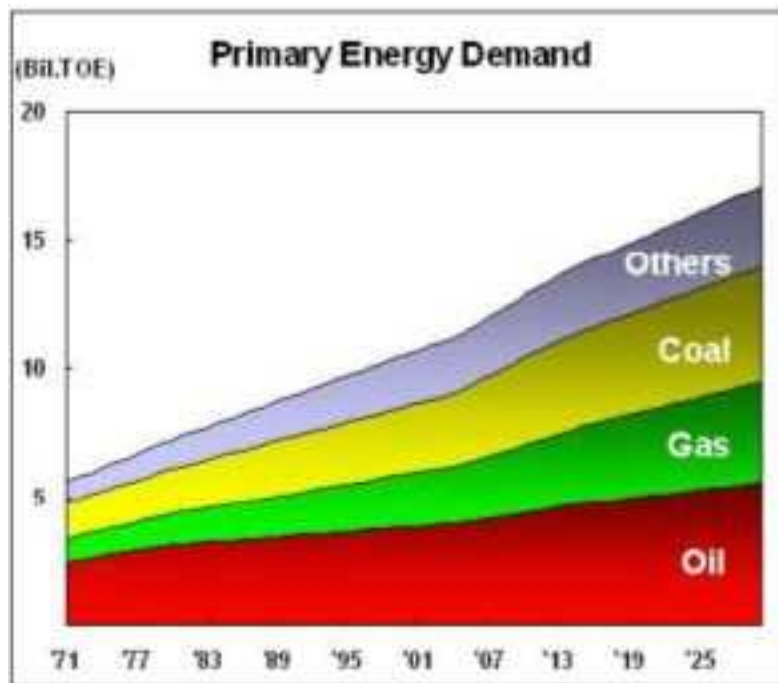
싱가포르	1	86.15
사우디	2	51.22
케냐	3	24.14
미국	4	22.03
한국	5	19.13

(2016년 기준)

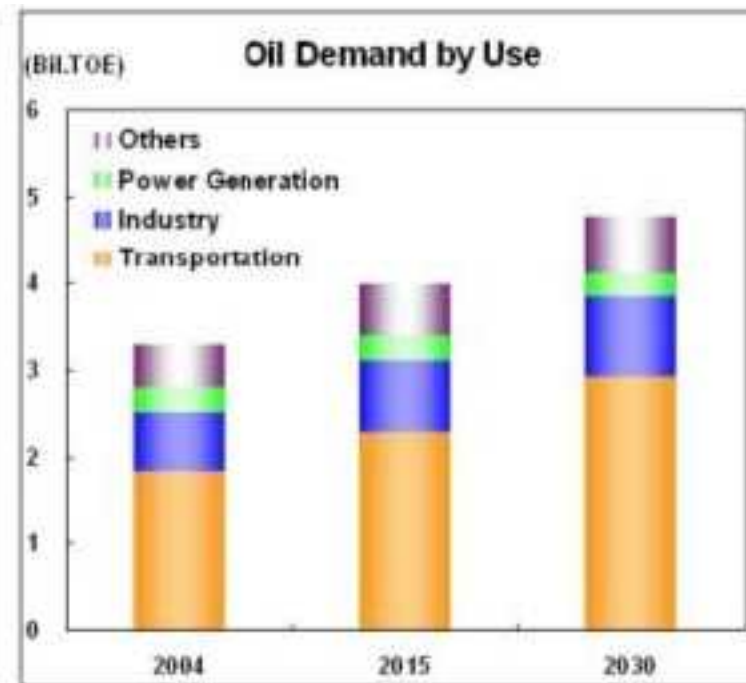


# 석유소비량 증가

- 지속적으로 증가: 인구 증가



Source : IEA



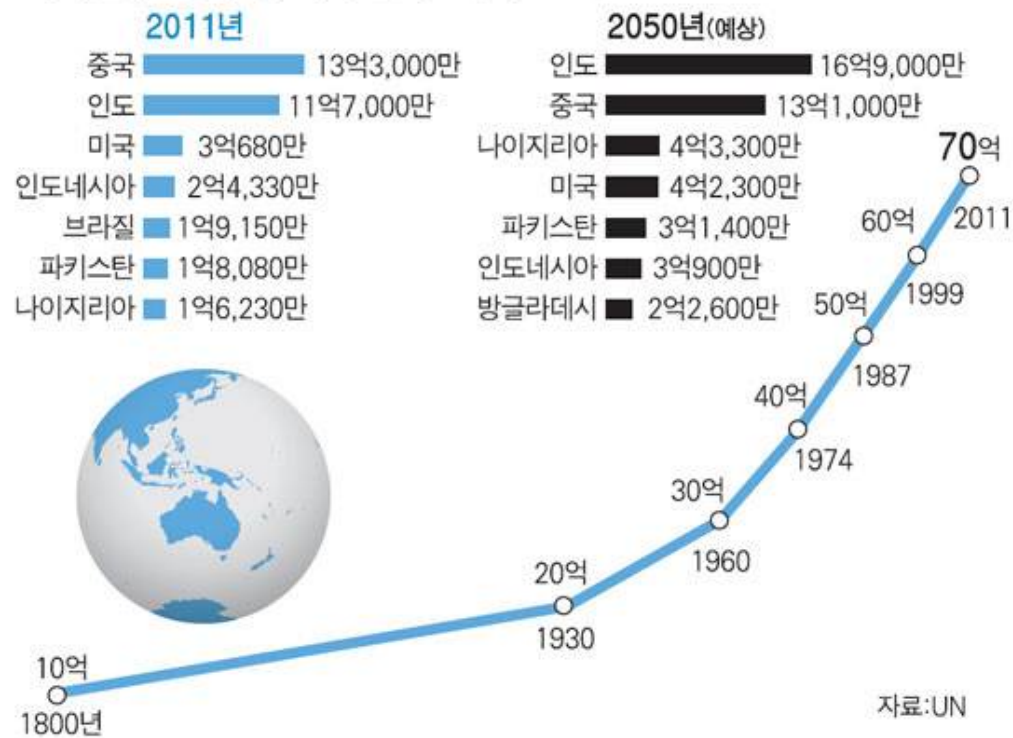
Source : IEA



# 인구증가

## ■ 개도국의 인구증가: 에너지 수요 증가

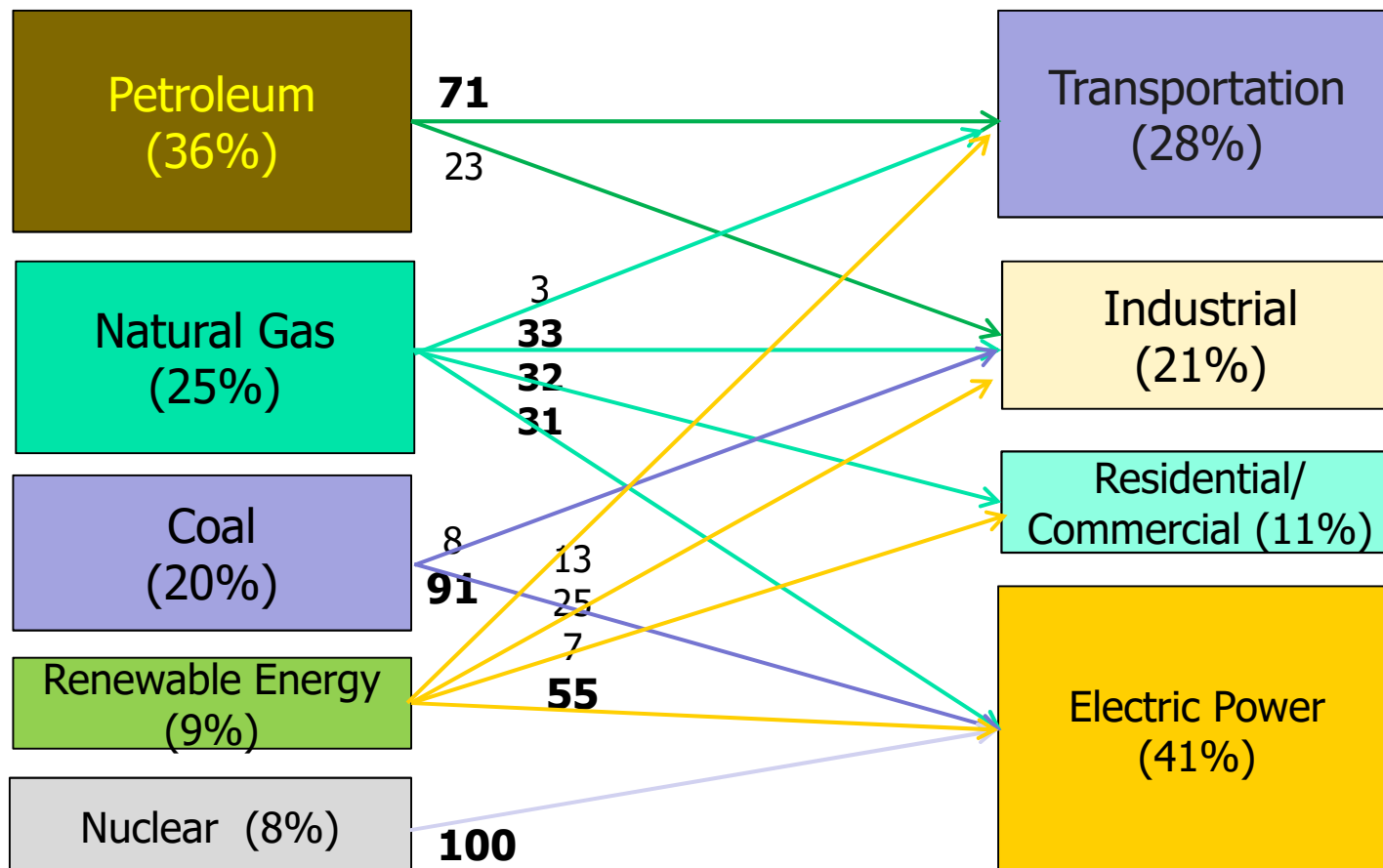
세계인구 증가 추이와 인구 대국 (단위:명)



# 에너지원 별 사용분야

## Source(에너지원)

## Sector(사용분야)



Data: U.S. Energy Information Administration, 2012

# 한국의 에너지 구성

- 화석+원자력: 94%, 신재생 5%
  - 전력원: 원자력+석탄+석유:79%

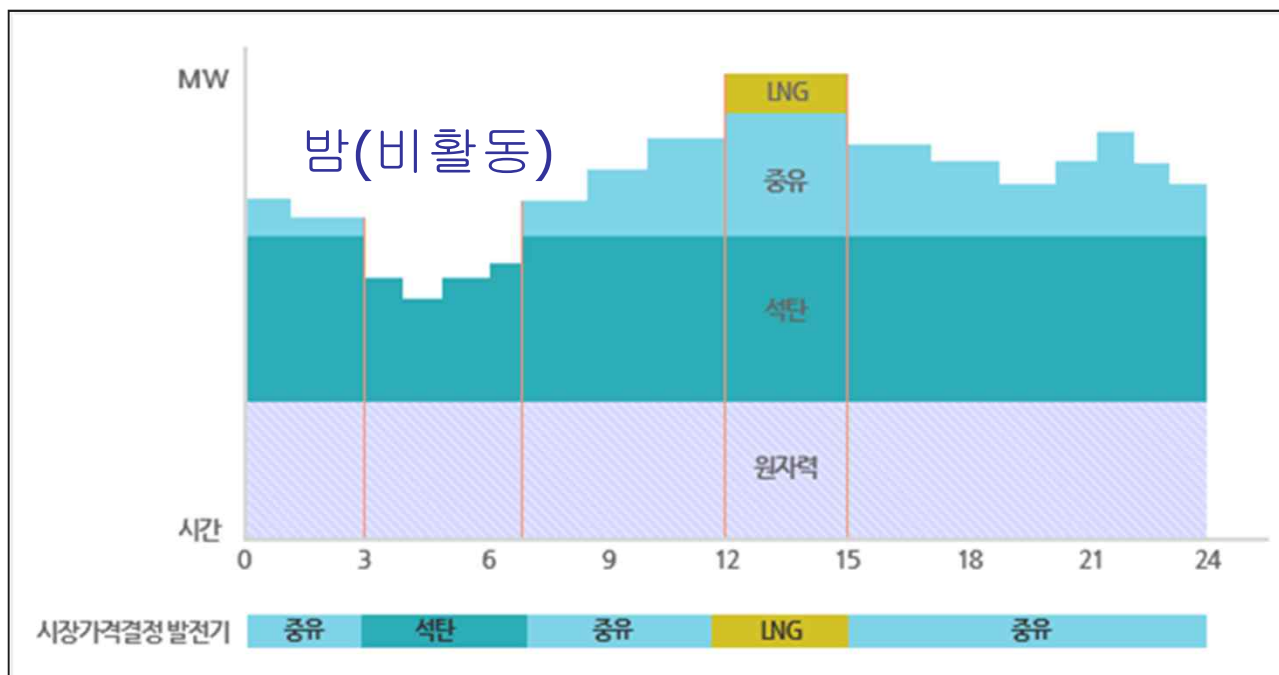


(2016년도)

# 한국의 발전 원료 수요

- 시장가격 결정 발전가에 따라 에너지 수요 결정
- 발전 용량과 실제 발전량의 차이
  - 원자력 < 석탄 < 중유 < 가스

낮 (활동)



# 각국의 휘발유 가격

- 수출국 < 수입국, 휘발유가격의 50% 이상이 세금



박영석 기자 / 20151228

트위터 @yonhap\_graphics, 페이스북 tune.kr/LeYN1



김토일 기자 / 20151216

페이스북 tune.kr/LeYN1, 트위터 @yonhap\_graphics



# 한국의 휘발유 가격

[표 1] 휘발유 가격구성내역 변화

2013년

(단위: 원/ℓ)

50%

생수보  
세전 가격  
12월 평균 세전 후  
909.71

2013년

[국제유가(\$/bbl)]	2014년 6월	⇒	2015년 12월
원유도입가	\$107.9 692.2(37.2%)	70.0%하락 65.6%하락	\$32.4 238.3(16.9%)
관 세(원유도입의 0~1%)	0(0.0%)	2.4원 상승 (15.1)	2.4(0.2%)
석유수입부담금(16/ℓ)	16(0.9%)	-	16(1.1%)
정제비 생산마진	142.1(7.6%)	27.2%상승	180.7(12.8%)
교통세(529/ℓ)	529(28.5%)	-	529(37.5%)
주행세(137.5/ℓ)	137.5(7.4%)	-	137.5(9.7%)
교육세(79.4/ℓ)	79.35(4.3%)	-	79.35(5.6%)
유통마진	93.9(5.1%)	6.6% 상승	100.1(7.1%)
부가세(10%)	169.01(9.1%)	24.1% 하락	128.34(9.1%)
소비자판매가격	1,859.1원/ℓ	24.1%하락	1,411.7원/ℓ

주 1. 휘발유 가격 구성내역은 휘발유 원가자료 미비로 원유원가를 대신 사용하여 분석  
 2. 2015년 12월 가격구성 통계는 월별자료가 아직 생산되지 않아, 12월 5주 기준 자료를 사용  
 3. 관세는 할당관세를 표시함  
 자료: 한국석유공사 「국내 석유제품 가격 동향」, <http://www.opinet.co.kr>

비자 가격 1594.9원

주유소 도입가  
541.4원(34%)

통비용-마진 162.7원(10%)

## 국가별 세전 휘발유 가격

뉴질랜드	782원	스페인	611원
미국(캘리포니아주)	700원	핀란드	593원
덴마크	662원	스웨덴	583원
벨기에	616원	한국	578원
일본	613원	캐나다	576원

세금  
917.4원(49%)

2014년 1월 1주차 기준

(자료:오피넷)

세금  
890.9원(56%)

2014년 12월 5주차 기준

# 한국의 휘발유 가격 구성 내역

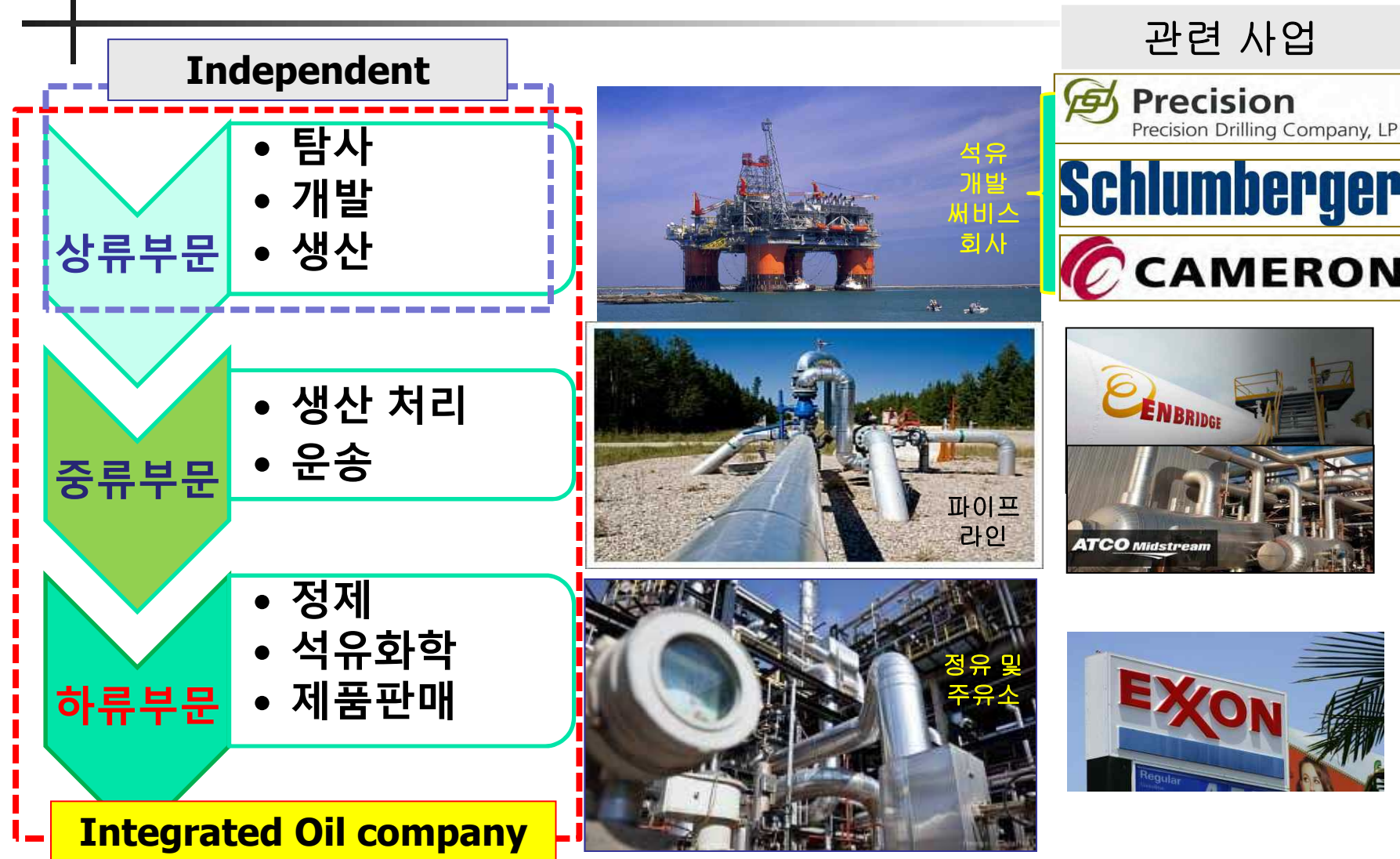
- 유가 하락폭 (70%) > 휘발유가격 하락폭(24%)
- 교통세, 주행세, 교육세: 목적 부합성?

	2014년 6월	⇒	2015년 12월
[국제유가(\$/bbl)]	\$107.9		\$32.4
원유도입가	692.2(37.2%)	70.0%하락 65.6%하락	238.3(16.9%)
관 세(원유도입의 0~1%)	0(0.0%)	2.4원 상승 (15.1%)	2.4(0.2%)
석유수입부담금(16/ℓ)	16(0.9%)	-	16(1.1%)
정제비 생산마진	142.1(7.6%)	27.2%상승	180.7(12.8%)
교통세(529/ℓ)	529(28.5%)	-	529(37.5%)
주행세(137.5/ℓ)	137.5(7.4%)	-	137.5(9.7%)
교육세(79.4/ℓ)	79.35(4.3%)	-	79.35(5.6%)
유통마진	93.9(5.1%)	6.6% 상승	100.1(7.1%)
부가세(10%)	169.01(9.1%)	24.1% 하락	128.34(9.1%)
소비자판매가격	1,859.1원/ℓ	24.1%하락	1,411.7원/ℓ

주 1. 휘발유가격 구성내역은 휘발유 원가자료 미비로 원유원가를 대신 사용하여 분석

주 2. 2015년 12월 가격구성 통계는 원유가격이 인위적 상승이던 11월 4일의 주가를 기준으로 함

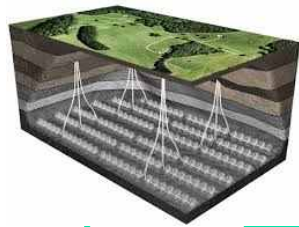
# 석유산업구조





# 석유와 연관산업

- 에너지개발: 대규모, 장기적, 기술의존, 전주기, 관련산업



사업운영권자  
(Operator)



관련산업

개발  
생산

- 석유개발 및 서비스: 사추, 생산
- 생산시설 설계 및 건설: **FEED, EPC**

수송

- 저장, 파이프라인, 운송선

정제

- 정유 및 판매

계약  
발주

(Track  
Record)

- 석유  
탐사/개발/생산
- 석유개발 서비스
- 엔지니어링
- 건설

- 석유가스운송,  
강관

- 도입, 정유, 발전



용역사  
(Service)

공급계약

(Track Record)

공급자  
(물품, 자재)

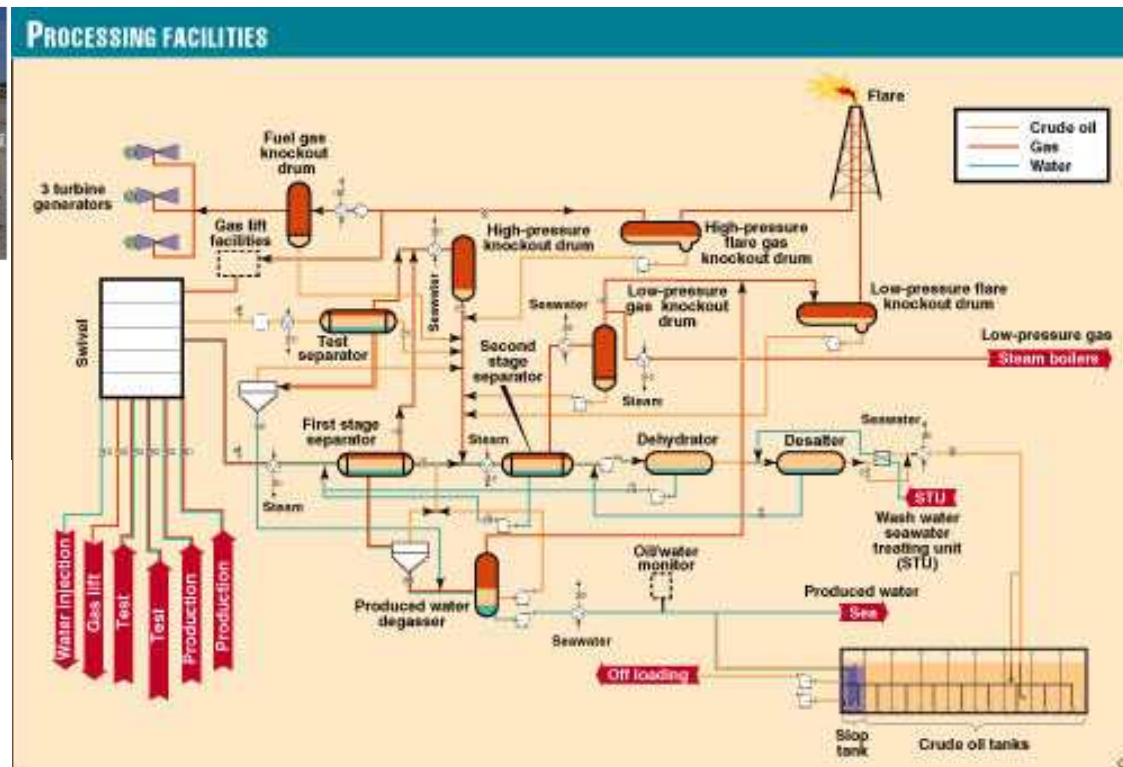
# 지상 처리 설비와 관련산업

- 정두 - 유체 분리기 - 운송: 펌프, 분리기, 파이프, 건설



Christmas Tree

Wellhead



# 에너지 기업은 규모가 크다 !

Year 2014: 2/10, 5/20, 9/30

Year 2014

Year 2012

Year 2013

## Market Value

- Exxon: \$422 B
- RD Shell: \$234 B
- PetroChina: \$202 B
- BP: \$149 B
- Schlumberger: \$129 B
- Samsung: \$187 B

Profit: 10% of Market value

(Source: Forbes, 2014)

Rank	Company
1	Exxon Mobil
2	JPMorgan Chas
3	General Electric
4	Royal Dutch Shell
5	ICBC
6	HSBC Holdings
7	PetroChina
8	Berkshire Hathaway
9	Wells Fargo
10	Petrobras-Petró-Brasil

1	ICBC
2	China Construction Bank
3	JPMorgan Chase
4	General Electric
5	Exxon Mobil
6	HSBC Holdings
7	Royal Dutch Shell
8	Agricultural Bank of China
9	Berkshire Hathaway
9	PetroChina

Rank	Company
1	ICBC
2	China Construction Bank
3	Agricultural Bank of China
4	JPMorgan Chase
5	Berkshire Hathaway
6	Exxon Mobil
7	General Electric
8	Wells Fargo
9	Bank of China
10	PetroChina

# 석유개발 서비스(oil field service )

## ■ E&P related service











- ▶ Drilling
- ▶ Logging
- ▶ Production
- ▶ Pipeline

## ■ Market value: U\$40~U\$106 B

## ■ Profit: 5% of Market value

(Source: Forbes, 2014)











## Year 2013

Rank	Company	Country	Sales	Profits	Assets	Market Value
119	 <b>Schlumberger</b>	Netherlands	\$42.3 B	\$5.5 B	\$61.5 B	\$105.5 B
261	 <b>Halliburton</b>	United States	\$28.5 B	\$2.6 B	\$27.4 B	\$39 B
297	 <b>National Oilwell Varco</b>	United States	\$20 B	\$2.5 B	\$31.5 B	\$30.1 B
328	 <b>Enbridge</b>	Canada	\$25.4 B	\$0.7 B	\$47.4 B	\$36.9 B
375	 <b>Baker Hughes</b>	United States	\$21.4 B	\$1.3 B	\$26.7 B	\$21.2 B
406	 <b>TransCanada</b>	Canada	\$8 B	\$1.4 B	\$48.5 B	\$33.9 B
476	 <b>Kinder Morgan</b>	United States	\$10 B	\$0.4 B	\$68.5 B	\$41.2 B
515	 <b>Tenaris</b>	Luxembourg	\$11.1 B	\$1.7 B	\$15.7 B	\$24.2 B
547	 <b>Transneft</b>	Russia	\$20.8 B	\$5.8 B	\$57.8 B	\$3.6 B
586	 <b>Williams Cos</b>	United States	\$7.5 B	\$0.9 B	\$24.3 B	\$24.1 B













# 석유회사- Top 10

**Year 2013**

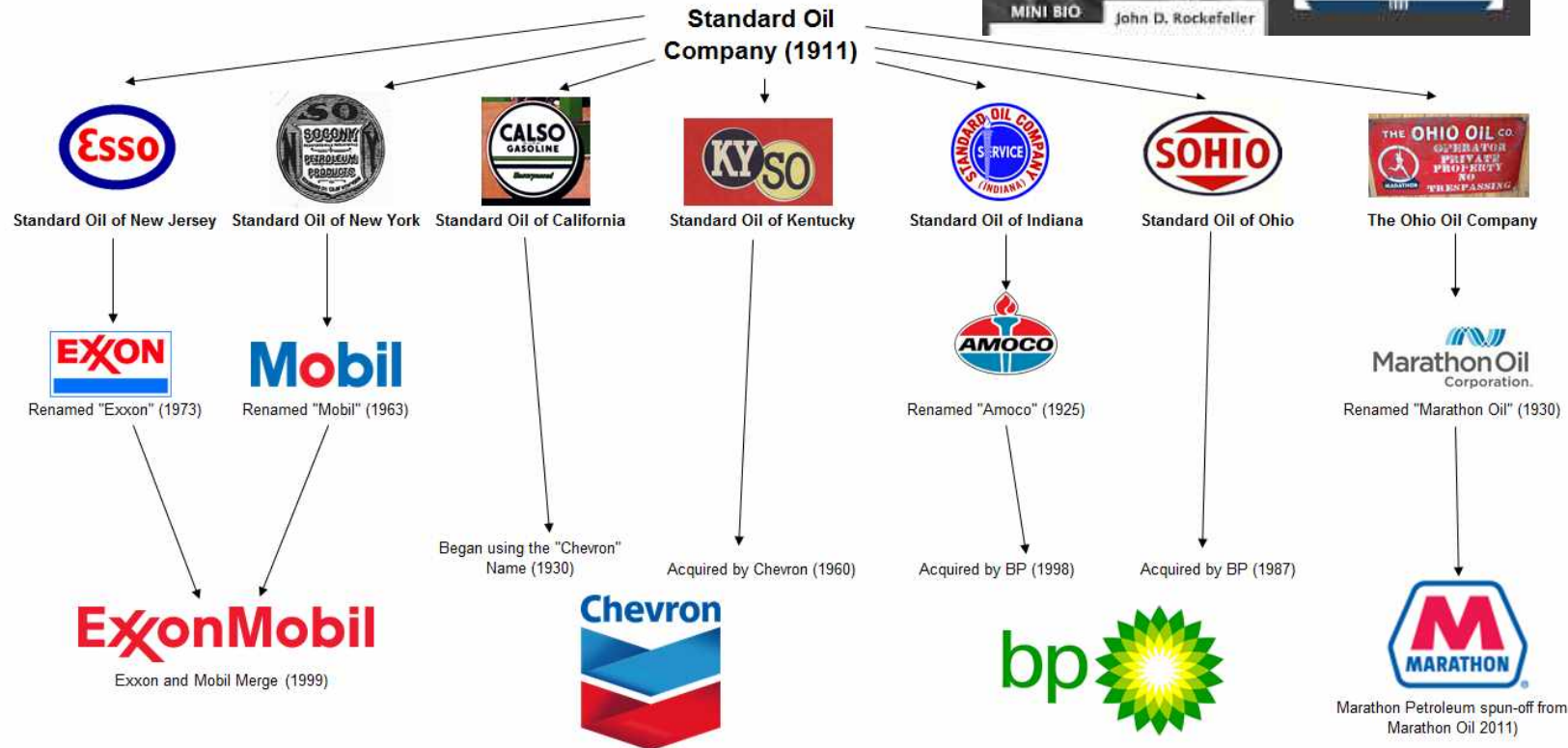
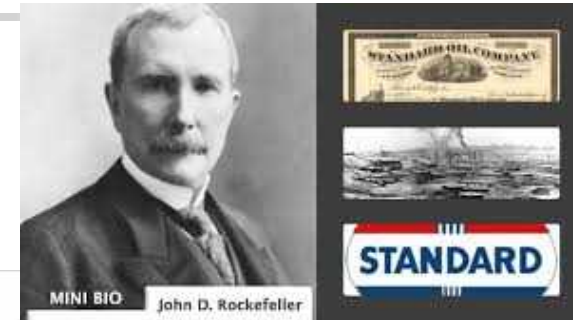
Rank ▲	Company	Country	Sales
1	 <b>Exxon Mobil</b>	United States	\$433.5 B
4	 <b>Royal Dutch Shell</b>	Netherlands	\$470.2 B
7	 <b>PetroChina</b>	China	\$310.1 B
10	 <b>Petrobras-Petróleo Brasil</b>	Brazil	\$145.9 B
11	 <b>BP</b>	United Kingdom	\$375.5 B
12	 <b>Chevron</b>	United States	\$236.3 B
15	 <b>Gazprom</b>	Russia	\$117.6 B
18	 <b>Total</b>	France	\$216.2 B
24	 <b>Sinopec-China Petroleum</b>	China	\$391.4 B
27	 <b>ConocoPhillips</b>	United States	\$230.9 B

(Source: Forbes, 2012)

Rank ▲	Company	Country	Sales	Profits	Assets	Market Value
5	 <b>Exxon Mobil</b>	United States	\$420.7 B	\$44.9 B	\$333.8 B	\$400.4 B
7	 <b>Royal Dutch Shell</b>	Netherlands	\$467.2 B	\$26.6 B	\$360.3 B	\$213.1 B
9	 <b>PetroChina</b>	China	\$308.9 B	\$18.3 B	\$347.8 B	\$261.2 B
13	 <b>Chevron</b>	United States	\$222.6 B	\$26.2 B	\$233 B	\$232.5 B
17	 <b>Gazprom</b>	Russia	\$144 B	\$40.6 B	\$339.3 B	\$111.4 B
18	 <b>BP</b>	United Kingdom	\$370.9 B	\$11.6 B	\$301 B	\$130.4 B
20	 <b>Petrobras</b>	Brazil	\$144.1 B	\$11 B	\$331.6 B	\$120.7 B
23	 <b>Total</b>	France	\$240.5 B	\$14.1 B	\$224.1 B	\$115.5 B
26	 <b>Sinopec-China Petroleum</b>	China	\$411.7 B	\$10.1 B	\$200 B	\$106.9 B
30	 <b>ENI</b>	Italy	\$163.7 B	\$10 B	\$185.2 B	\$86.3 B

# 스탠다드 오일(Standard Oil) 분화

100년이 넘는 회사 메이저 회사

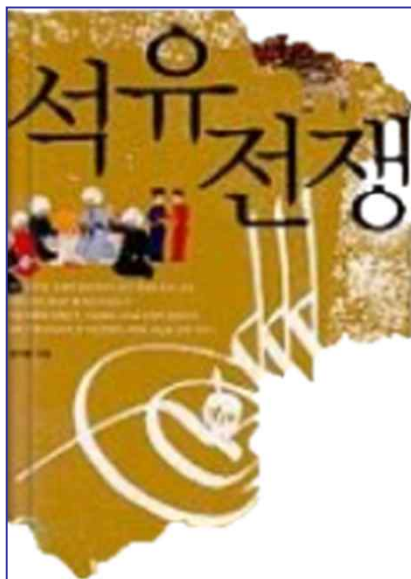




## 3-3: 석유확보를 위한 전쟁

# 석유 전쟁

- 반복되는 전세계 석유전쟁: 유가 상승
- 석유 의존도, 석유 편재성, 유한성



# 석유와 전쟁

- 4차 중동 전쟁: 유가 **70%** 급등





# 석유와 전쟁

## ■ 이라크전: 유가 급등

이란 '호르무즈 해협' 봉쇄 경고

해상 수송의  
30% 이상



# 무기 없는 전쟁

## ■ 미국 셰일 가스/오일의 등장



특집 석유전쟁 1 왜 가솔린 가격이 떨어지는지 알고 봤더니...

미국 땅에 매장됐던 석유자원 파내기 시작

**소리없는 에너지 혁명**  
**美 주도권 제패**



특집 석유전쟁 2 충격적인 미국의 에너지 개발 붐 파급 효과

미국 내 석유 매장량 2조 배럴...수입국에서 수출국으로 탈바꿈  
**‘지금부터 300년 이상 사용할 수 있다’**



# 석유를 위한 전쟁

## ■ 석유감산으로 새로운 석유전쟁 ?

산유량 동결 관련 각국 입장

사우디아라비아	이란	러시아
<p>“이란을 포함한 주요 산유국이 모두 동참하지 않으면 사우디는 산유량을 동결하지 않겠다.”  <b>모하마드 빈 살만 알 사우드 왕자(3월 14일)</b>  <b>“감산은 없다.”</b>  <b>알리 알 나미미 석유장관</b></p>	<p>“경제 제재 이전 수준 시장점유율 회복 전까진 산유량을 제한하지 않겠다.”  <b>하산 로하니 대통령(3월 10일)</b>  <b>“이란이 원유 생산량을 동결해야 한다는 요구는 웃기는 얘기다.”</b>  <b>비전 장계년 석유장관</b></p>	<p>“러시아의 모든 석유기업이 올해 산유량을 동결할 것이다.”  <b>푸틴 대통령(3월 1일)</b>  <b>“사우디와 이란 산유량 동결 요구는 비합리적이다.”</b>  <b>알렉산더 노브 석유장관</b></p>

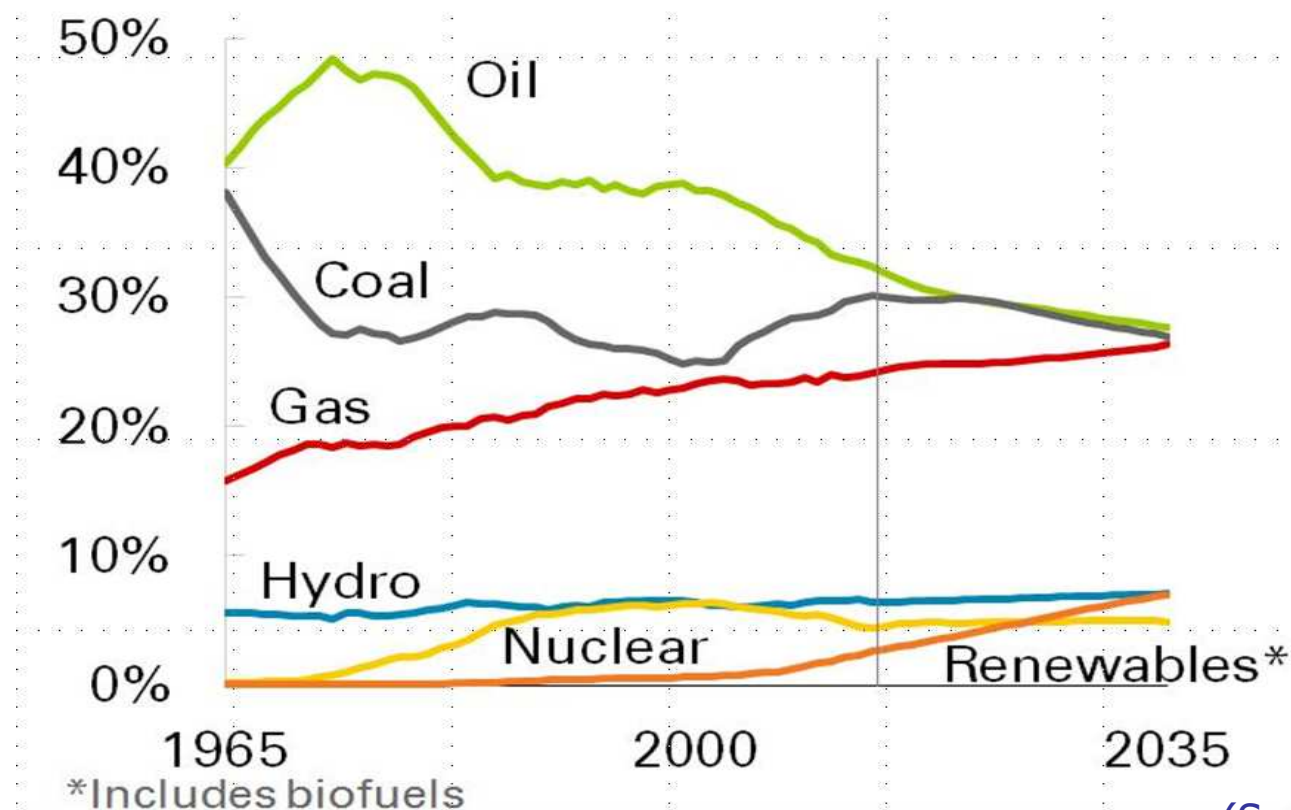


모하마드 빈 살만 알 사우드 왕자      하산 로하니 대통령      푸틴 대통령

# 석유전쟁의 원인

## ■ 석유는 여전히 주 에너지원

석유-석탄-가스 (2012) → 석유-가스-석탄 (2035년)

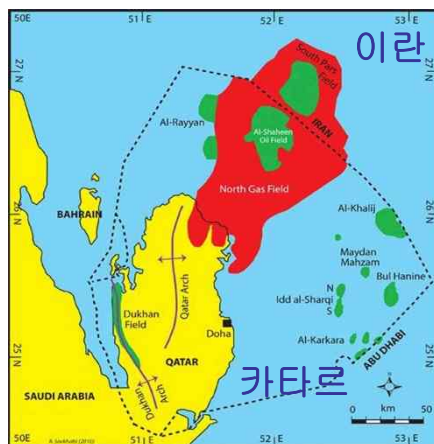


(Source: BP 2014)

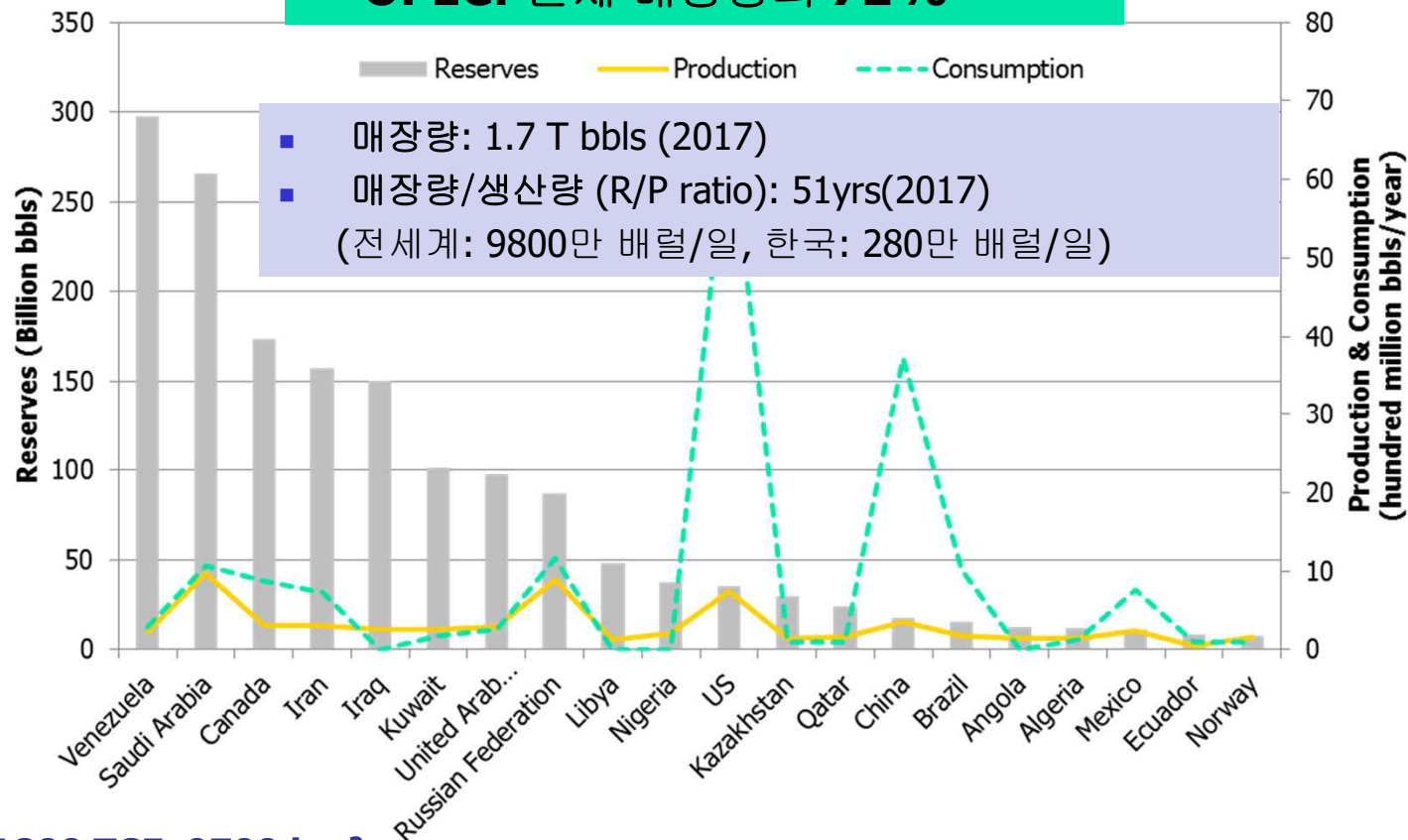
# 석유매장량의 편재성, 유한성

베네수엘라, 사우디 아라비아, 캐나다, 이란, 이라크

170 B bbl, 5300 km<sup>2</sup>



- 상위10개국: 전체 매장량의 **87%**
- **OPEC**: 전체 매장량의 **72%**

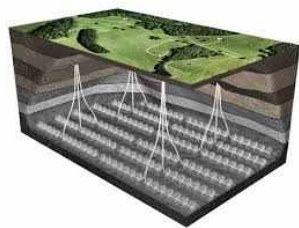


1800 TCF, 9700 km<sup>2</sup>



# 주변산업에 파급이 크다!

- 석유개발: 대규모, 장기적, 기술의존, 전주기, 관련산업



사업운영권자  
(Operator)



관련산업

개발  
생산

- 석유개발 및 서비스: 시추, 생산
- 생산시설 설계 및 건설: **FEED, EPC**

수송

- 저장, 파이프라인, 운송선

정제

- 정유 및 판매

계약  
발주

(Track  
Record)

- 석유 탐사/개발/생산
- 석유개발 서비스
- 엔지니어링
- 건설

- 석유가스운송, 강관

- 도입, 정유, 발전



용역사  
(Service)

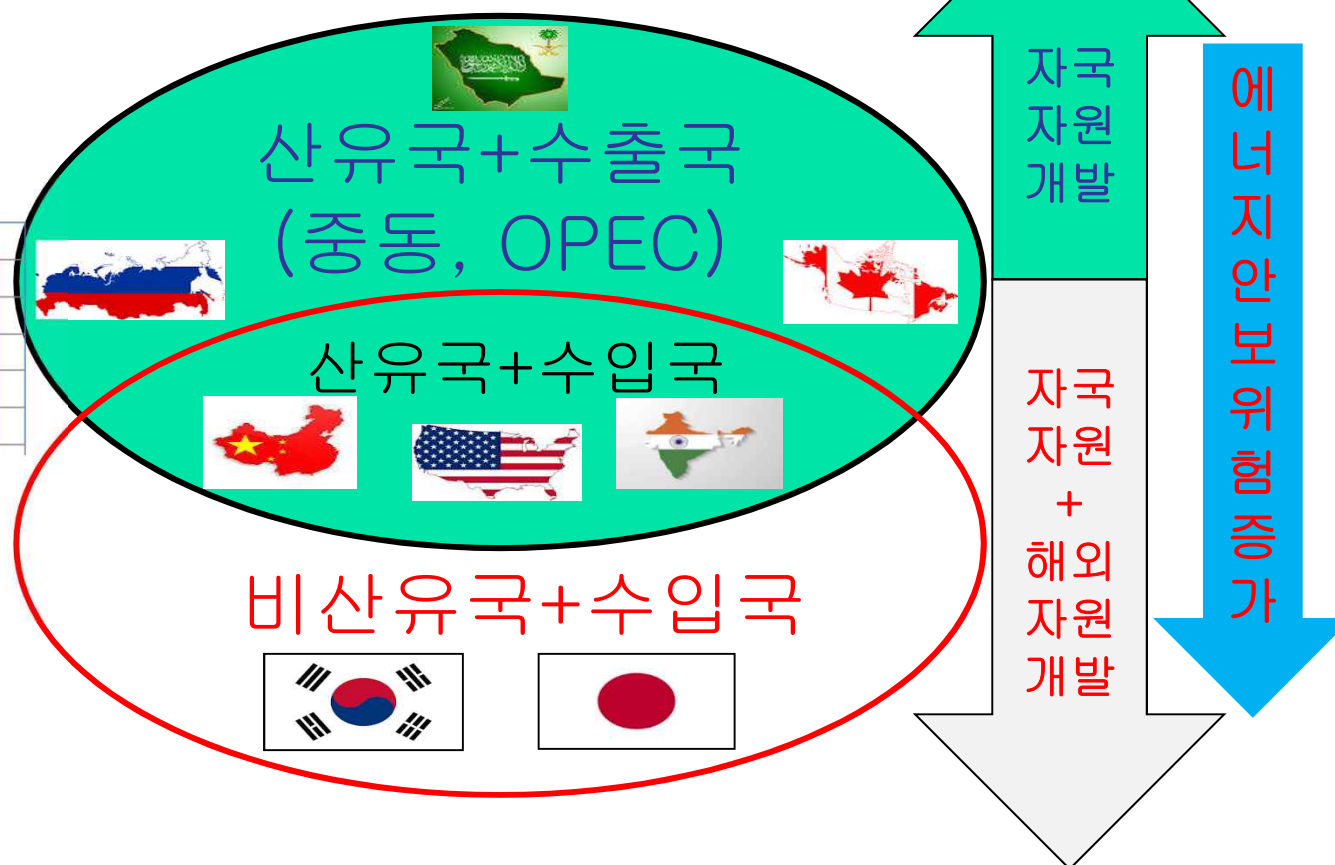
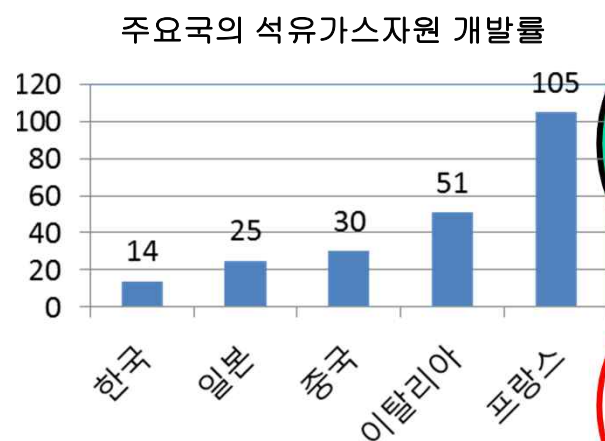
공급계약

(Track Record)

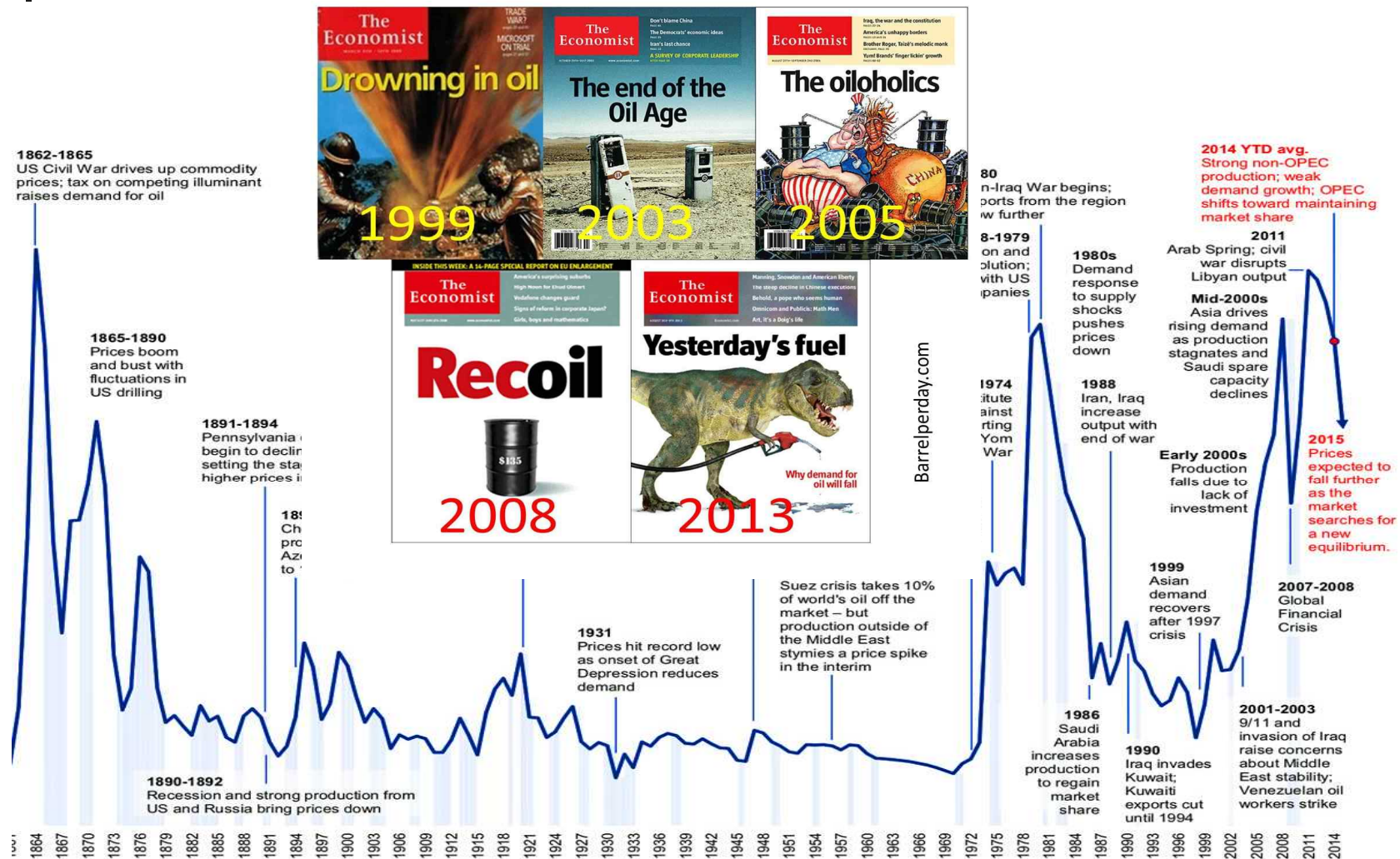
공급자  
(물품,  
자재)

# 석유의 에너지 안보

프랑스 (105%) > 이탈리아 (51%) >  
중국 (30%) > 일본 (25%) > 한국 (14%)



# 석유의 미래는 ?



## 석유확보 전쟁의 근본 원인

- 주요 에너지 원: 연료와 원료로 사용
- 주변산업에 영향을 줌
- 에너지안보
- 상당기간 지속적으로 필요

## 3-4: 산유국 중동은 축복의 땅일까?



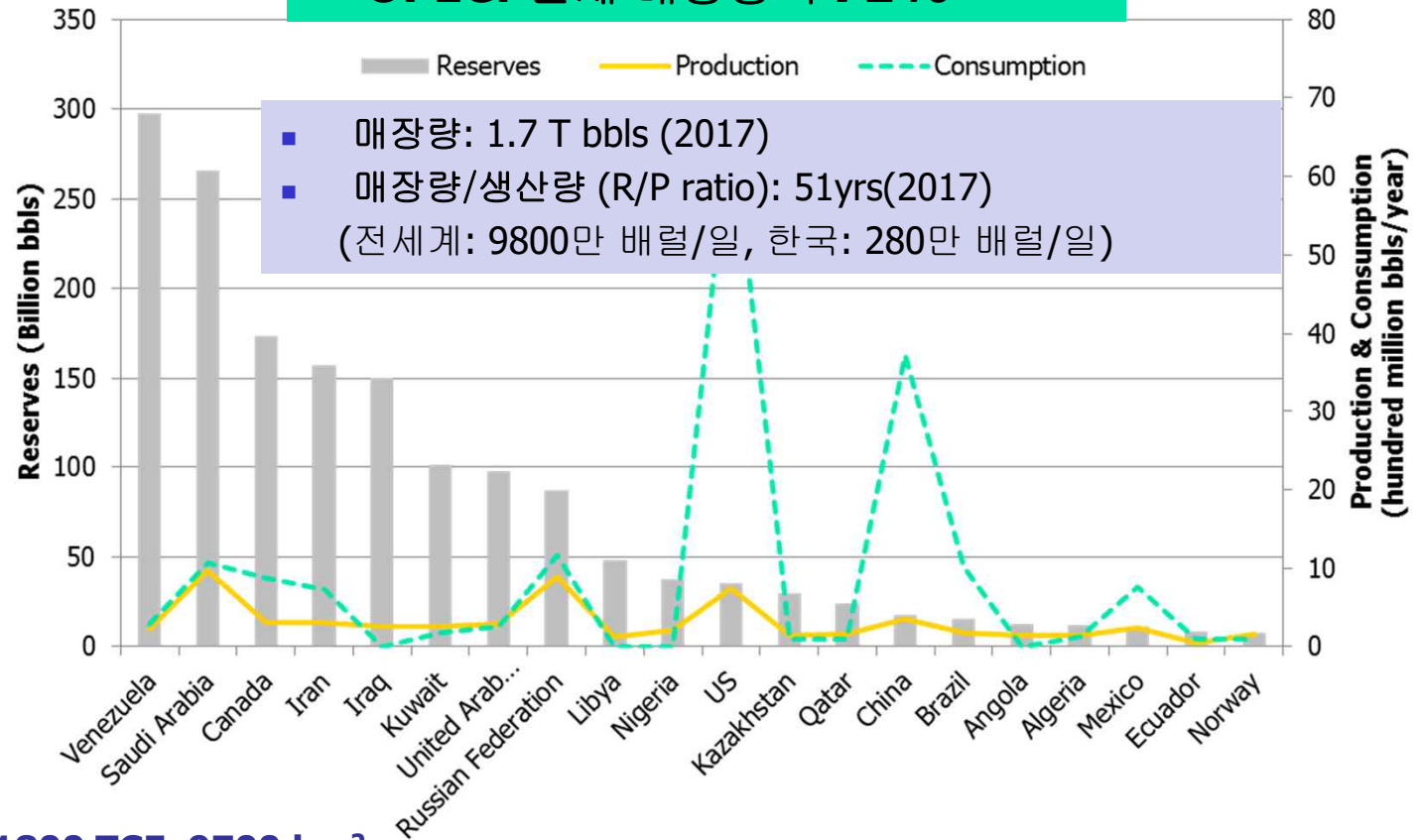
# 세계 석유매장량과 중동국가

베네수엘라, 사우디 아라비아, 캐나다, 이란, 이라크

170 B bbl, 5300 km<sup>2</sup>



- 상위10개국: 전체 매장량의 **87%**
- **OPEC**: 전체 매장량의 **72%**



1800 TCF, 9700 km<sup>2</sup>



# OPEC의 등장과 파워 !

Saudi Arabia



Iraq



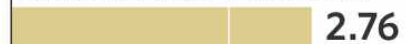
Iran



Kuwait



United Arab Emirates



Venezuela



Nigeria



Angola



Algeria



Qatar



Ecuador



Libya



Crude-oil production  
in OPEC nations,  
January-September 2014 average,  
in millions of barrels a day

**12개국 (2014년 기준)**

전 세계  
매장량의 80%,  
생산량의 30%



# OPEC의 생산량 감축과 유가

생산량 조절을 통한 유가 조정 시도: 사우디 아라비아, 이라크, UAE, 쿠웨이트

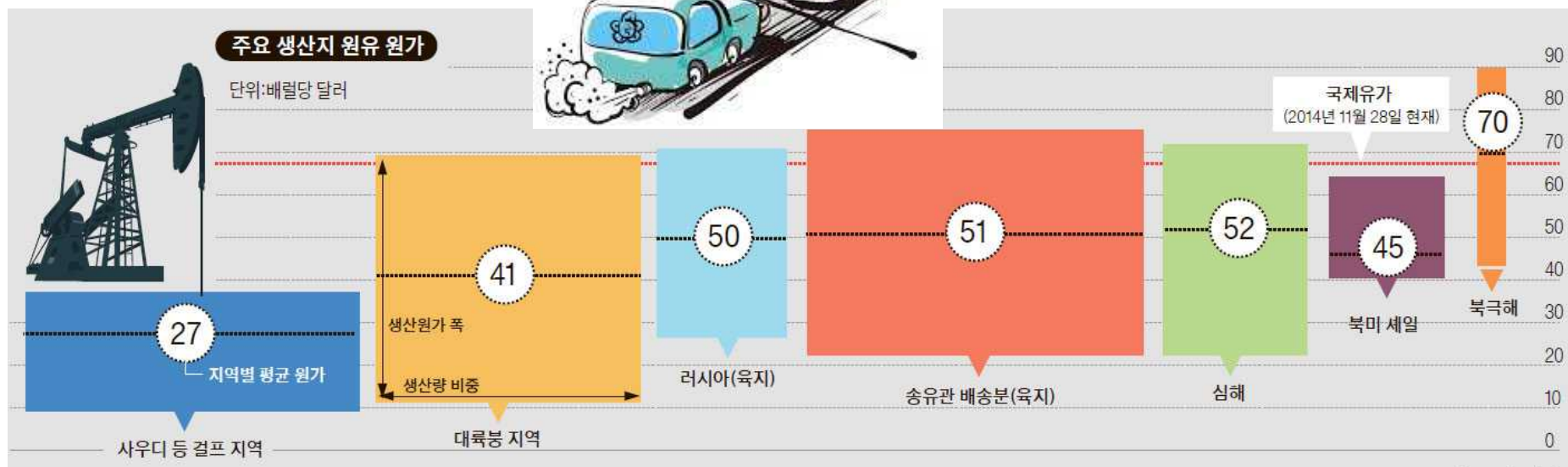
Country	Reference Production level	Adjustment	Effective production level January 2017
Saudi Arabia	10544	-486	10058
Iraq	4561	-210	4351
UAE	3013	-139	2874
Kuwait	2838	-131	2707
Venezuela	2067	-95	1972
Angola	1751	-78	1673
Algeria	1089	-50	1039
Qatar	648	-30	618
Ecuador	548	-26	522
Gabon	202	-9	193

Source: OPEC

Note: Reference base to crude oil production adjustment is October 2016 levels, except Angola for which September 2016 is used, and the numbers are from secondary sources, which do not represent a quota for each Member Country.

# 치킨 게임의 시작

- 미국 셰일가스를 죽이기 위한 사우디의 의도로 시작: 증산
- 셰일 생산 단가 > 사우디 생산단가



# 국제유가가 국가재정

- 산유국 중 석유수출국은 국가재정의 의존도 높음
- 러시아: 수출의 68%
- 베네수엘라: 수출의 95%
- 나이지리아:  
국가예산의 75%





# OPEC 국가 재정 균형 유가

- 고유가시 국가 재정 균형유가 높음

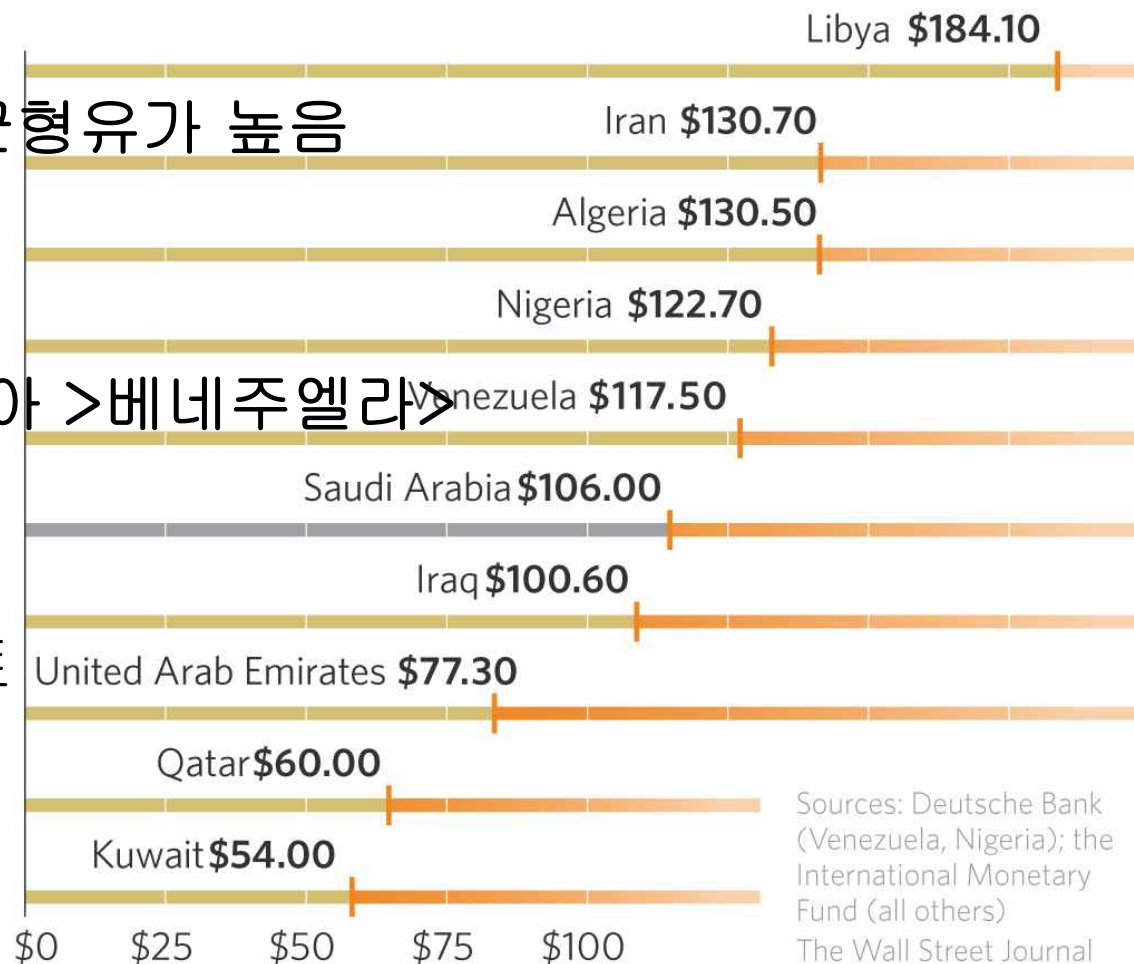
-> 저유가시 타격

- 100불 이상:

리비아>이란> 나이지리아 >베네주엘라>  
사우디>이라크

- 100불이하 :

UAE>카타르>쿠웨이트



# OPEC 의 미래 준비

- 석유산업 부가가치 창출
- 원유수출후 제품 수입 -> 원유 가공 후 수출
- 해외 석유산업 진출
- 신재생에너지
- 지속가능 산업 육성: 무역 및 관광

## 중동지역 신재생에너지(태양광·풍력) 정책 현황

### 사우디아라비아 '비전 2030'

- 2023년까지 9.5GW 규모 재생에너지 확보
- 프로젝트 규모는 300억~500억 달러

### 아랍에미리트(UAE) '에너지전략 2050'

- 2050년까지 재생에너지 발전설비 비중 44% 확보
- 예산 책정 규모 약 1630억 달러



## 중동의 미래 산업

- 집중 산업 육성: 의료, 무역, 금융, 정보통신, 재생에너지, 관광
- 사우디아라비아, UAE, 쿠웨이트 중심

