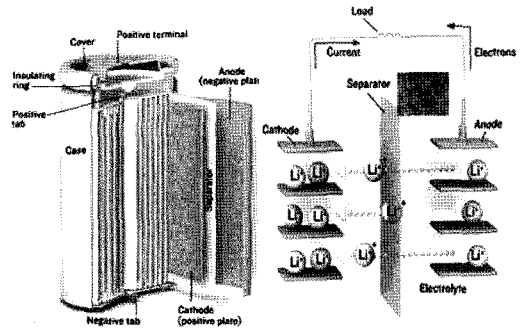


글로벌 최대의 관심사, 그린에너지 저장 핵심 키워드 ‘리튬2차전지’



2차전지산업의 중요성

최근 저탄소 녹색성장을 위한 녹색기술·산업이 전 세계적인 최대의 관심사가 되었다. 역사상 최대 규모의 전 세계적인 불황기를 맞이하여 우리나라뿐만 아니라 미국, 일본, 중국 등 세계 시장을 주도하는 국가들이 불황을 타개할 새로운 녹색기술·산업의 대표 주자로 리튬2차전지를 선정하여 막대한 기술개발자금을 투자하고 있다.

기존 2차전지의 시장은 자동차용 및 산업용 납축전지, 휴대폰용 및 노트북용 소형 리튬이차전지가 주류를 이루고 있었고 그 시장 규모도 그다지 크지 않아 주된 관심사에서 다소 소외되었던 것도 사실이다. 그러나 최근 미국, 일본, 중국을 중심으로 에너지 패러다임의 변화를 꾀하는 정책에 따라 대체에너지의 개발과 병행하여 기존 생성에너지의 에너지효율향상, 즉 에너지저장을 기하는 방향으로 선회하였다. 특히 리튬2차전지인 경우는 총 에너지효율이 90% 이상인 고효율 에너지저장장치로서 그 효용가치가 빛을 발하기 시작했다. 이러한 장점으로 인해 리튬2차전지에 의한 에너지효율향상, 무공해, 환경지속성 등의 장점을 그대로 가지게 되는 전기자동차의 개발은 기존 자동차의 패러다임을 바꿀 획기적 변환이라 할 수 있다. 또한 미래의 대체에너지원인 태양에너지와 풍력에너지는 전기에너지의 생성이 외부 환경과 날씨에 의존하므로 생성되는 에너지가 수시로

전지는 크게

1차전지와 2차전지로 분류된다.

1차전지는 재충전을 할 수 없는

1회 사용전지를 말하며

2차전지는 충전이 가능해 몇 번이고

사용가능한 전지이다.

생성에너지의 효율 향상,

즉 에너지저장으로의 패러다임 변화가 일어나고 있다.

2차전지 중 리튬이온전지는

다른 전력저장 기술에 비해 향후 기술의

성장 가능성이 높아 적용분야의

확대가 예상되며

향후 중대형 전지분야에서도

경쟁력 확보가 가능할 것으로 전망되고 있다.

조 병 원 | 한국과학기술연구원 이차전지센터 책임연구원

서울대 화학공학과, KAIST 화학공학과 박사
(’82~현재) 한국과학기술연구원 근무, 현 이차전지연구센터 센터장(책임연구원)
tel. 02-958-5222 | bwcho@kist.re.kr

변화하기 때문에 이를 곧바로 시스템에 적용하여 사용할 수 없다. 따라서 생성된 에너지를 2차전지에 저장한 후 필요 시에 일정 전압 및 전류로 방전하는 시스템의 구성이 필수적이며, 이러한 이유로 인해서 대체에너지의 효율적 이용 및 활용을 위해서는 반드시 2차전지와 결합하여 사용하여야 한다. 이러한 미래 산업전망을 바탕으로 미국에서는 2차전지기술을 기존의 자동차산업과 에너지저장산업을 획기적으로 변환시킬 수 있는 와해성기술로 분류하여 2차전지 분야에서 후발주자임에도 불구하고 대대적인 기술개발을 진행하고 있는 실정이다.

그동안 2차전지산업이 휴대폰, 노트북PC 등 IT산업의 비약적인 발전에 기여한 사실은 그 누구도 부인치 못할 자명한 일이지만 부품산업이라는 한계성과 잘못된 편견으로 인하여 평가절하되었던 지난 수년 간의 실상이 매우 안타까웠던 것도 사실이다. 이러한 상황 속에서 실용주의와 경제논리를 앞세우는 이명박정부의 출범은 2차전지산업분야에 밝은 등불이 되었다. 또한 금상첨화라 할까 미국의 오바마정부도 이명박정부와 거의 유사한 경제정책 및 기술개발정책을 내세움에 따라 2차전지산업과 전기자동차산업은 국내외적으로 절호의 기회를 맞이하고 있다.

하이브리드 전기자동차의 등장은 자동차산업과 2차전지산업의 일대 전환기를 가져올 것으로 기대되고 있다. 특히, 최근에 내연기관과 2차전지가 결합된 하이브리드 전기자동차(HEV, Hybrid Electric Vehicle)가 일본에서 상용화됨에 따라 전세계적으로 전기자동차에 대한 관심이 집중되고 있다. 이런 상황 속에서 그동안 HEV 개발에 다소 소극적이었던 미국에서 플러그인 하이브리드 전기자동차(PHEV, Plug-in Hybrid Electric Vehicle)의 개발을 선언하며 대대적인 기술개발 및 상용화를 서두르고 있어 전기자동차 개발에 있어서 무한 경쟁의 시대가 시작되었다. 특히 오바마정부에서 기존

의 경쟁력 없는 자동차산업의 돌파구를 찾기 위한 대안으로 전기자동차 및 리튬2차전지 개발에 심혈을 기울이고 있어 향후 시장 판도에 많은 변화가 있을 것으로 예상된다.

HEV는 내연기관이 주동력원이고 2차전지가 보조동력원인 형태로 가속 시나 언덕을 오를 시에 필요한 고출력의 에너지를 2차전지로부터 공급받는 것으로 내연기관의 연비를 향상시키는 효과가 있다. 따라서 구동시스템 및 컨트롤 시스템이 다소 복잡하고 상당한 기술력이 필요하여 후발국가에서는 기술개발 및 기술격차를 줄이는데 많은 어려움이 있다. 이에 반하여 PHEV는 2차전지가 주동력원이고 내연기관이 보조동력원인 형태로 평상 시 주행 시에는 2차전지의 동력으로 주행하다가 장거리 주행이나 2차전지가 거의 다 방전이 되었을 때 내연기관이 작동되어 동력을 전달하는 시스템이다. 따라서 PHEV는 상대적으로 단순한 시스템으로 작동된다는 특징이 있으며 2차전지가 핵심기술로 작용하므로 우수한 성능의 2차전지가 개발된다면 비교적 순조로이 기술을 선점할 수 있는 장점을 가지고 있다. PHEV는 주로 심야의 전기에너지로 2차전지를 충전하여 전기자동차를 작동시키는 시스템으로, 2차전지의 성능이 더욱 향상된다면 곧바로 PHEV에서 순수EV로 전환될 수 있는 전기자동차시스템이므로 기술개발 성공 시에는 그 파급효과가 어마어마하다고 할 수 있다. HEV 및 PHEV의 보급은 2012년 300만대를 초과할 것으로 예상되며, 이에 따라서 HEV 및 PHEV 용도만의 2차전지 시장도 37억불까지 상승할 것으로 전망된다.

현재 차세대 2차전지가 적용되는 산업 분야와 향후 적용될 산업 분야를 알기 쉽게 도식적으로 나타내면 그림 1과 같다. 그림에서 알 수 있듯이 2차전지의 적용 산업 분야는 전자정보기기용, HEV/PHEV 등 수송기계용, 로봇용 및 군사용, 에너지저장용 및 산업용 기기 등 매우 다양하며, 따라서 2차전지의 미래 시장전망은 매우 밝다고 하겠다.

다양한 원천기술 개발 진행 중

전력에너지 저장용 등 중대형 전지 기술개발 박차
1991년 일본 Sony 사에 의해 리튬2차전지가 처음 상용화된 이래, 지금까지는 전 세계적으로 주로 휴대폰, 노트북PC 등 주로 소형전지를 중심으로 시장이 형성되어 있다. 국내의 경우도 삼성 SDI와 LG화학을 중심으로 소형전지 양산에 주력하여 현재 세계 2위의 수준으로 성장하였으며, 향후 5~10년 내에 세계 1위를 목표로 기술개발 및 양산화에 박차를 가하고 있다. 그러나 여전히 리튬2차전지의 부품 및 소재는 대부분 수입에 의존하고 있으며, 국내 부품/소재 산업은 기반이 취약한 실정이다. 국내의 기술개발현황을 보면 주로 정부 주도 하에 이루어지고 있는데, 지식경제부 지원 하에 PHEV용 및 전력에너지저장용 등 대형 리튬2차전지 및 소재 개발 프로그램이 각각 진행되고 있고, 교육과학기술부 지원 하에 리튬2차전지 기초원천 기술개발 프로그램이 진행되고 있다.

삼성SDI와 LG화학 등의 대기업 전지제조업체는 자체 연구 인력을 활용하여 다양한 형태의 중대형 전지와 양극 및 음극 소재에 대한 개발을 진행 중이며, 외부로의 발표가 없어 정확한 개발현황을 파악하기 어려우나, 주로 삼성분계 금속산화물 양극소재와 이를 이용한 대형 리튬2차전지의 상용화에 박차를 가하고 있는 실정이다. 일부 대학 및 출연연구소에서는 다양한 전극 소재에 대한 연구가 진행 중이며 최근에는 삼성분계 금속산화물 양극소재보다는 올리빈계 양극소재와 관련된 연구의 비중이 커졌으며, LiFePO_4 양극 물질의 도핑 및 카본 코팅 등에 대한 결과가 발표되고 있다. 이에 반하여 전이금속산화물계 및 실리콘계 음극소재에 관한 연구는 다소 미비한 상태이다.

현재 리튬2차전지 분야에서 세계 1위인 일본은 2차전지와 친환경자동차의 기술을 선도하고 있으며, 상대적으로 풍부한 연구 인력, 정부의 체계적 지원 및 산업체 협력으로 활발한 기술

개발을 진행하고 있다. 특히 HEV의 경우 확고한 기술적 우위를 점하고 있으며, NEDO 주도 하에 차세대 자동차용 전지기술 및 분산발전용 전지기술에 대한 로드맵을 수립하여 진행하고 있다. 미국은 일본에 비해 뒤떨어진 HEV 및 2차전지 산업을 육성하고자 정부 주도로 다양한 사업을 시도하고 있다. 소재 원천기술력이 뛰어나면서도 불구하고, 내세울만한 2차전지 제조업체를 보유하지 못한 단점 때문에 자동차 업체에서는 2차전지 산업을 육성하기 위해 정부 펀드를 유도하여 일본에 선점 당한 HEV 시장의 돌파구를 찾으려 노력하고 있다. 최근에는 USABC(US Advanced Battery Consortium) 주도 하에 차세대 친환경자동차로서 PHEV의 개발을 적극 추진하고 있으며, 뛰어난 소재 개발력을 바탕으로 안전성이 확보된 소재 및 2차전지의 개발에 주력하고 있다. 또한 미국 국가정보위원회(NIC : National Intelligence Council)에서 6대 와해성 기술분야에 2차전지, 슈퍼커패시터, 수소저장으로 대표되는 에너지 저장소재를 선정하여 집중적인 기술개발을 진행하고 있다. 특히 미국은 원천특허와 합성기술을 보유하고 있는 올리빈계 양극소재의 상용화 및 개량, 이를 이용한 PHEV용 리튬2차전지 개발에 사활을 걸고 있다.

리튬2차전지가 대형전지로 상용화되기 위해서는 고려해야 할 핵심사항이 여러 가지가 있으나 무엇보다도 안전성, 사이클수명, 경제성 측면에서 충분한 검증이 이루어져야 할 것으로 사료된다. 간헐적으로 발생하는 노트북PC에 장착한 리튬2차전지의 폭발 및 화재는 노트북PC보다 훨씬 대용량인 HEV용 및 PHEV용 2차전지로서의 개발에 있어서 반드시 넘어야 할 산이라 할 수 있다. 리튬2차전지의 안전성을 확보하기 위해서는 열적 안전성이 우수하고 난연성인 전지 소재의 개발, 전지 및 전지팩의 안전성 확보 등 여러 가지 해결책이 제시되어야 한다. 또한 전기자동차의 수명을 10년 이상 보증하기 위해서는 수천회 이상의 사이클 수명도

확보되어야 한다. 이에 더하여 현재 상용화되어 있는 니켈-수소전지와 비교할 때 가격 경쟁력이 확보되어야 하는 문제점도 안고 있다. 이를 위해 성능은 저하됨이 없이 저가인 전지소재를 개발하는 것 또한 반드시 필요하다고 하겠다.

차세대 리튬2차전지 산업은 향후 지속적으로 시장 확대가 이루어질 산업일 뿐 아니라, 자동차 산업, IT산업, 에너지저장용 산업 등의 미래를 짊어질 핵심 기반산업이다. 2차전지 산업은 이미 기업 간 경쟁에서 국가 간 경쟁으로 확대가 되고 있다.

향후 전망 밝아... 세계시장 선점 기대

차세대 리튬2차전지 산업은 향후 지속적으로 시장 확대가 이루어질 산업일 뿐만 아니라, 자동차 산업, IT산업, 에너지저장용 산업 등의 미래를 짊어질 핵심 기반산업이라 할 수 있다. 그동안 이 분야의 학연산 전문가들이 중추적인 역할을 수행하여 우리나라가 오늘날 리튬2차전지 분야에서 세계 2위의 위치를 확보하는데 많은 기여를 하였고, 우리나라의 IT산업을 세계적 IT산업으로 끌어올리는데 일조하였다고 사료된다.

앞으로는 HEV 및 PHEV 산업이 자동차 산업의 판도를 바꿀 것으로 예상되는 바 이의 동력원인 차세대 2차전지 개발은 우리나라의 2차전지 산업과 자동차 산업의 사활을 쥐고 있다고 해도 과언이 아니다. 최근에 국가과학기술위원

회와 교육과학기술부에서 선정한 27개의 “녹색기술 중점육성기술” 중의 하나로 “고효율 2차전지기술”이 선정되어 국가차원의 집중적인 기술개발 투자가 이루어질 것으로 예상되며, 이를 통해 향후 2차전지 산업의 획기적 발전과 세계 1위 목표 달성의 쾌거를 이룩할 것으로 전망된다.

2차전지 산업은 이미 기업 간 경쟁에서 국가 간 경쟁으로 확대된 상황으로 우리의 경쟁 상대는 우리나라 내부의 기업, 연구소 및 대학이 아니다. 일본은 이미 기술보호에 들어갔고, 미국은 우리나라의 전지관련 업체를 하나하나씩 인수하고 있으며, 중국은 규모 경쟁으로 진입하는 현실이다. 국가적으로 기술개발 뿐 아니라 기술보호, 시장형성 및 확대도 신경써야 할 때가 아닌가 생각된다. 우리나라가 선진국으로 진입할 수 있는 좋은 시기를 맞이하여 하루빨리 국가적으로 총체적인 마스터플랜을 수립하고 시행하여야 할 때라고 사료된다.

2차전지 산업은 아직 시장 규모면에서는 반도체, 자동차 산업에는 미치지 못하지만 성장잠재력이 매우 크고, 향후 우리나라 산업을 견인할 것으로 예상되는 분야로 우리나라의 과학기술 및 경제산업 발전, 더 나아가서는 고용창출 및 대기환경 개선효과에 기여하는 아주 모범적인 녹색기술로서의 성공 사례를 보여줄 것으로 기대된다.

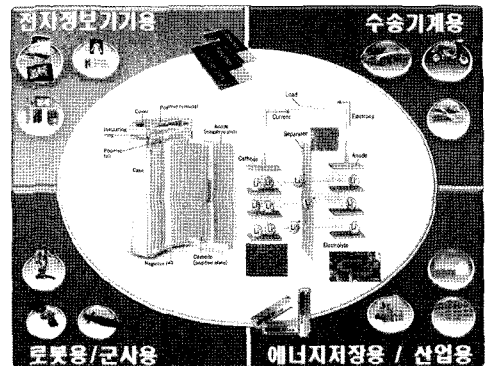


그림 1. 2차전지의 적용 산업 분야

2010년 환경행정, 어떻게 달라질까?

2010년 1월부터 하천의 생활환경기준에 화학적 산소요구량(COD)과 총인(T-P)이 확대 적용되고, 유해대기물질인 벤젠에 대한 대기환경기준이 신설되어 시행되며, 수도권 대기질 개선을 위하여 수도권 대기관리권역으로 설정된 서울특별시, 인천광역시 및 경기도 24개 시를 대상으로 사업장 대기오염물질 총량관리제가 확대 시행된다. 또한 삶의 질과 밀접한 소음 환경에 대하여 규제중심의 행정에서 관리의 개념으로의 변화를 위하여 7월 1일부터 「소음·진동규제법」이 「소음·진동관리법」으로 변경이 된다. 2010년부터 달라지거나 새롭게 시행되는 환경행정 내용을 정리하였으니 참고하시기 바랍니다.

제 목	종 전	달라지는 내용	관련법규(시행일)	관계부서
벤젠의 대기환경기준 신설		*벤젠의 연간 평균농도는 5 μ g/m ³ 이내로 유지	환경정책기본법 시행령('10. 1. 1)	환경부 기후대기정책과 02-2110-6778
조기폐차 지원제도 저소득층 지원확대	보조금 산정방법 변경	*보험개발원 차량 기준 *일반은 보험개발원 차량기준가액 기준 80%, 저소득층은 90% 산정(상한금액은 종전과 동일)		
	대상확인 방법	*중고자동차 성능 전검기록부로 운행 가능한 차량인지 확인 *전문기관에서 직접 확인한 성능점검 결과표로 확인	특정경유자동차 검사 사후조치 및 보조금 지급 등에 관한 규정 ('10. 1. 1)	환경부 교통환경과 02-2110-6857
	기타 신설	-	*재활용을 평가위원회를 구성하여 재활용율이 높은 폐차업체에 조기폐차 우선배정	

New 2010 Administration in Environmental Reform



제 목	종 전	달라지는 내용	관련법규(시행일)	관계부서
대기오염물질 배출시설 및 배출 허용기준 변경	*배출시설 분류 : 15개 시설군	*배출시설 분류 : 28개 시설군	대기환경보전법 ('10. 1. 1)	환경부 대기관리과 02-2110-6798
	*가스상 물질(18종) 및 입자상 물질(9종)에 대한 배출허용기준 설정	*가스상 물질(17종) 및 입자상 물질(9종)에 대한 배출허용기준 설정 - 일부 시설의 암모니아, 일산화탄소, 염화수소, 황산화물, 질소산화물, 불소화합물, 염화비닐, 먼지, 벤젠 수은 등 오염물질의 배출허용기준 조정·강화 ▶대기환경보전법 시행규칙		
수도권 사업장 대기오염물질 총량 관리제 확대·시행	*대기총량관리제 시행 - 대상 : 수도권 대기관리권역내 NOx(30톤/년 초과), SOx(20톤/년 초과), 117개 사업장	*대기총량관리제 확대 시행 - 대상 : 수도권대기관리권역내 NOx(4톤/년 초과), SOx(4톤/년 초과), 약 350개 사업장 ▶환경부>보도자료>수도권 대기오염물질 총량관리제 및 배출권거래제 확대 시행	수도권대기환경 개선에 관한 특별법('08. 11)	환경부 대기관리과 02-2110-6789
환경측정분석사 자격소지자 신규 배출 (시험·검사기관 등의 기술인력 기준)	*기술인력 - (관련분야의) 기술사, 기사, 산업기사, 기능사 (분석요원)	*기술인력 - (관련분야의) 기술사, 측정분석사(수질), 기사, 산업기사, 기능사(분석요원)	환경기술개발 및 지원에 관한 법률 시행규칙 ('09. 7. 27) 환경분야 시험·검사 등에 관한 법률 시행규칙('09. 7. 13) 환경관리대행기관의 지정 등에 관한 규칙('09. 7. 13)	환경부 녹색기술산업과 02-2110-6684, 6681

제 목	종 전	달라지는 내용	관련법규(시행일)	관계부서
재활용의무대상 필름류 포장재 확대	<ul style="list-style-type: none"> *1회용 봉투, 의복류·위생용 종이 제품·가정용 고무장갑·전기/전자제품의 포장에 사용되는 필름류 포장재 → 폐기물부담금 대상 *현행 재활용의무 대상 필름류 포장재 : 음식료품류, 농수축산물, 세제류, 화장품·의약품 등을 포장하는 필름류 포장재 	<ul style="list-style-type: none"> *1회용 봉투, 의복류·위생용 종이제품·가정용 고무장갑·전기/전자제품의 포장에 사용되는 필름류 포장재를 재활용의무대상(EPR)으로 전환 	<p>자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률 시행령('10.1.1)</p>	<p>환경부 자원재활용과 02-2110-6949</p>
소음지도	<ul style="list-style-type: none"> *소음지도 작성근거 신설 	<ul style="list-style-type: none"> *환경부장관 또는 시·도지사는 교통기관 등에서 발생하는 소음을 관리하기 위하여 소음지도를 작성할 수 있음 		
공사장소음 측정기	<ul style="list-style-type: none"> *공사장 소음측정기 설치근거 신설 	<ul style="list-style-type: none"> *시·군·구청장은 필요한 경우에는 공사를 시행하는 자에게 소음측정기를 설치하도록 권고할 수 있음 		
철도차량 소음기준	<ul style="list-style-type: none"> *철도차량 제작차에 대한 소음권고 기준 신설 	<ul style="list-style-type: none"> *환경부장관은 제작시의 철도차량에 대한 소음기준을 정하여 철도차량 제작자 또는 수입자에게 이에 적합한 차량을 제작·수입할 것을 권고할 수 있음 		
행정절차 간소화	<ul style="list-style-type: none"> *배출시설 설치신고(허가)를 득한 공장에서 배출시설과 방지시설 설치 후 가동하려면 가동개시 신고를 하여야 함 	<ul style="list-style-type: none"> *배출시설 설치신고(허가)시 통합하여 신고하도록 변경 	<p>소음·진동규제법 개정('09. 6. 9)</p>	<p>환경부 생활환경과 02-2110-6814</p>
행정벌칙	<ul style="list-style-type: none"> *배출시설 설치허가를 받지 않는 자 등에 대해 500만원 이하의 벌금 *배출시설 설치신고를 하지 않는 자 등에 대해 200만원 이하의 벌금 *생활소음규제기준을 준수하지 않는 자 등에 대해 100만원 이하의 과태료 	<ul style="list-style-type: none"> *1,000만원으로 상향조정 *500만원으로 상향조정 *200만원으로 상향조정 		

New 2010 Administration in Environmental Reform



제 목	종 전	달라지는 내용	관련법규(시행일)	관계부서
순환골재 등의 의무사용기관 확대	*순환골재 의무사용건설공사 대상 기관 - 국가, 지방자치단체 - 정부투자기관, 정부산하기관, 정부출연연구기관, 공기업, 지방공기업	*순환골재 및 순환골재 재활용제품 의무 사용 건설공사 대상기관 - 국가, 지방자치단체 - 공공기관, 정부출연연구기관, 공기업, 지방공기업 - 「사회기반시설에 대한 민간투자법」에 따른 사업시행자 ▷환경부 > 보도자료 > 「건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률」 하위법령 일부개정(안) 입법예고	건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률 ('10. 6. 10)	환경부 폐자원관리과 02-2110-6932

건설폐기물 전자인계서 작성·입력 의무화 시행	*건설폐기물을 배출, 수집·운반 또는 처리할 때에는 종이로 된 폐기물 간이인계서를 작성하여야 함	*건설폐기물을 배출, 수집·운반 또는 처리를 하는 자는 건설폐기물을 배출, 수집·운반 또는 처리를 할 때마다 전자정보처리프로그램에 입력하여야 함 ▷환경부 > 보도자료 > 「건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률」 하위법령 일부개정(안) 입법예고	건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률 ('10. 6. 10)	환경부 폐자원관리과 02-2110-6932
--------------------------	---	---	----------------------------------	-------------------------------

제 목	종 전	달라지는 내용				관련법규(시행일)	관계부서
		등급		COD(mg/L)	T-P(mg/L)		
하천 생활환경기준에 COD 및 TP 확대 적용	* 신 설 *	매우 좋음	Ia	20이하	0.02이하	환경정책기본법 시행령 제2조 별표1('10. 1. 1)	환경부 물환경정책과
		좋음	Ib	40이하	0.04이하		
		약간 좋음	II	50이하	0.10이하		
		보통	III	70이하	0.20이하		
		약간 나쁨	IV	90이하	0.30이하		
		나쁨	V	110이하	0.50이하		
		매우 나쁨	VI	11초과	0.5초과		