第 8 号　2010.9.3

地球温暖化対策検討部会だより

部会だよりの編集・発行を担当している情報収集・発信ＷＧは、地球温暖化に伴う気候変動が農業、農地・農業用水等の農業生産基盤に及ぼす影響について情報収集を行っています。本号は、情報収集・発信ＷＧのメンバーである上川総合振興局調整課片桐主任の上川管内における気候変動による影響に関する報告です。

温暖化に伴う気候変動による適応策の必要性

上川管内の事例

『天気が壊れている』気象予報士で、ＮＨＫの天気キャスターとして活躍されている菅井貴子さんの講演会での印象的な言葉。昨年から管内の整備要望地区について聴き取りをすすめる中で、それを思わせる話がいくつかあるので、現場からの話題提供としてご紹介します。

ダム水量の不足

管内の気象は、4～6 月の積算降水量が 150～200mm と少なく、水田の最も水量を必要とする代掻き期や冷害期の深水かんがい等の用水には、ダムからの補給が威力を発揮している。当然のことながらその時期は、流域における融雪水が最も集まり、需要と供給のバランスがダムによって保たれてきた。ダムは安定的に用水を確保するためには不可欠な施設である。

しかしながら近年のダムの様子を聞くと、いささかそのバランスが崩れているようだ。昨年 6 月、幹線用水路の整備要望があった北部管内の現場を見に行くと、通常であればなみなみと流れているはずの用水が・・無い。改良区に聞くと、ダムの融雪時期が早まったため、春先に一気に雪が融けてしまい、取水を開始した時期にダムの貯水量を確保することができなかったという。

このため 2 日間通水→2 日間止水→2 日間通水のサイクルで『番水』を行っているそうである。2 日間止水後は、上流部の水田から水が一気に使われるため、末端部の水田にようやく水がくるのは翌日だそうだ。『ようやく水がきた頃には水が止まってしまう』とは水が欠かせない水田農家にとって大変な話である。

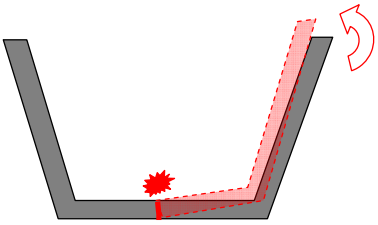
写真．水がない！（上川北部管内）

この地区では、幹線用水路の継ぎ目や底面のクラック等が著しく、漏水もあることから、ダム貯水量の減少と水路の脆弱化が複合要因として用水不足を起こしていた。水路の整備を急ぎ実施したいとの意向であった。

こうした施設整備を行うこととあわせて、ダムの早期貯水を行う等の対策が必要と思われる。

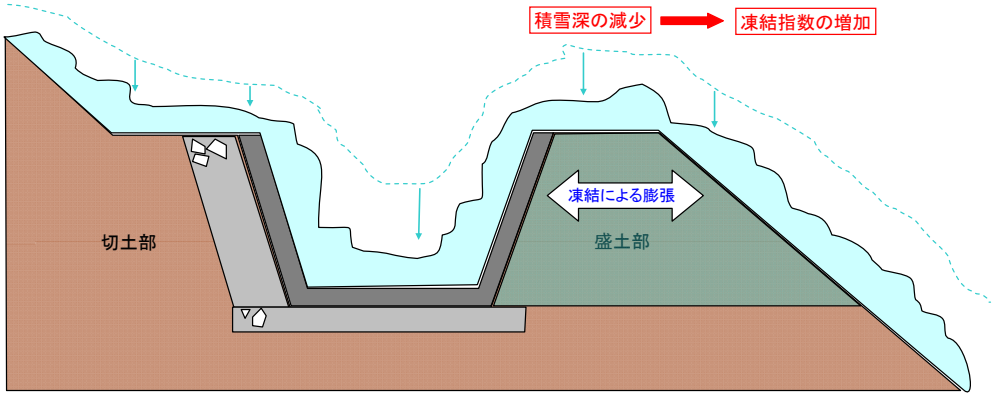
冬季気象の変化

管内の改良区から整備要望のある用水路では、鉄筋コンクリートトラフの底面に縦断的なクラックが発生していた。トラフの中心線・天端幅・天端高についての挙動観測を行った結果、厳寒期に下図のような動きをしていることを確認。土圧等の影響ではなく、盛土の凍上によりトラフが持ち上がる作用を受けていることがわかった。この水路は地形上、片切・片盛の構造であるため、切土側へ凍上対策として裏込砂利を設置することで通常は凍上の影響は排除されている。では盛土部の凍上がトラフを破壊するまでの影響を与えるものか、原因を詳しく調査するうちに最近の冬季気象の変化が原因となっているとの疑いが浮かんできた。



次ページのグラフを見ていただいてわかるとおり、近年、暖冬・少雪傾向が続いている。積雪深をみると、雪が積もるのは遅く融けるのは早くという傾向にある。また気温をみると、平均すると暖冬傾向であるが、最低気温がマイナス 30℃に達することもしばしばで、とくに特徴的なこととして、降雨の直後にマイナス 30℃に達する厳しい冷え込みとなっている年もあった。寒暖の差が激しくなっている様子はまさに「天気が壊れている」ことを思い起こさせる。

用排水路設計指針（道農政部）によると、裏込砂利厚を決定する係数のなかに「凍結指数」というものがある。積雪断熱深（２０ｃｍ）に達するまでの０℃以下の気温と日数の積を年間通じて累計した値を指す言葉である。最近の冬季気象を見ると、平均して積雪深が少なくなっており、気温については寒暖の差が大きくなっている。積雪深が減少して断熱効果が少なくなっているところに、厳しい寒気が入ると、恐らく凍結は強くなるだろう。時ならぬ厳寒期の降雨や融雪で盛土の含水量が増加したところに一気に凍結を生じれば、トラフに影響を与えるほどの応力（※凍結により最大1000t/m^2(冷却面-10℃)の凍上力が発生する。）が発生したとしても不思議ではない。実際に盛土を掘削してみると、土がコンクリートに変身したかのごとくガチガチに凍っていた。



もちろんこれだけで気候変動の影響と断定するつもりはなく、様々な複合要因について検討する必要があることは言うまでもない。

こうした事例を通じて、様々な面に影響が現れる可能性があることについて、適応策の「盲点」とならないよう考える必要があることを述べておきたい。

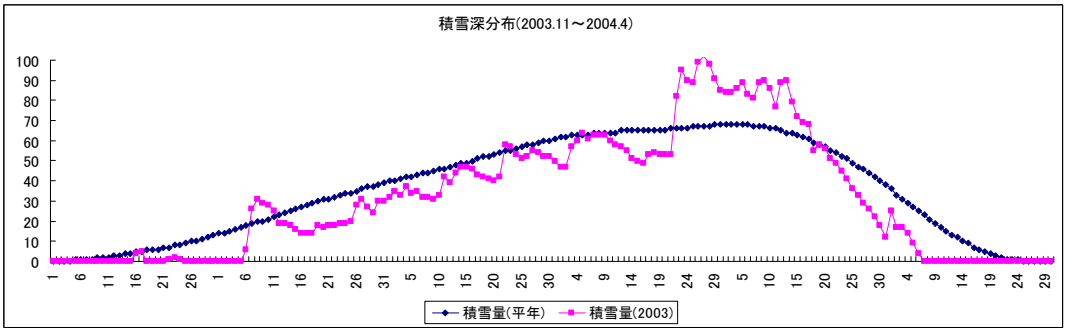


図１　積雪深の推移（2003.11-2004.4,上川中部管内Ａ町）

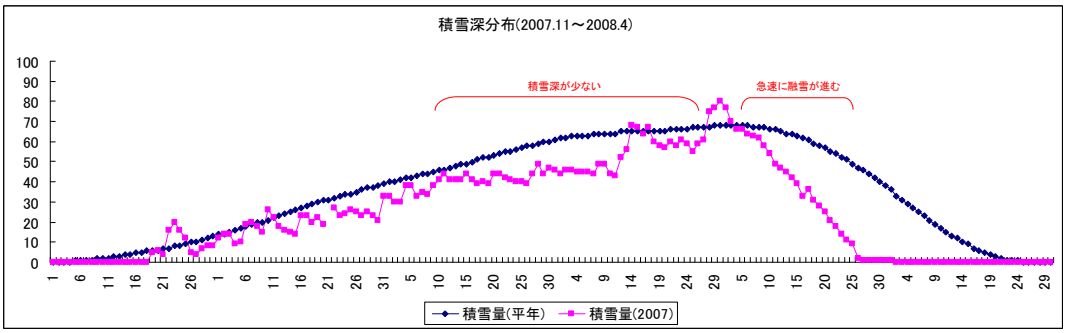


図２　積雪深の推移（2007.11-2008.4,上川中部管内Ａ町）

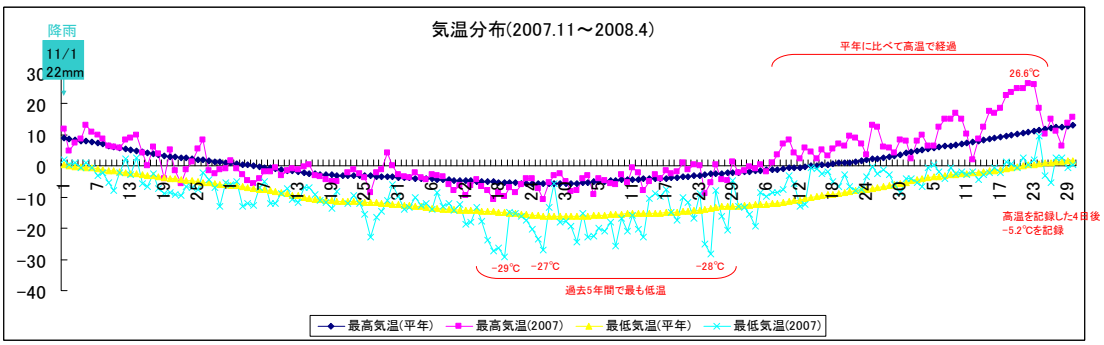


図３　気温の推移（2007.11-2008.4,上川中部管内Ａ町）

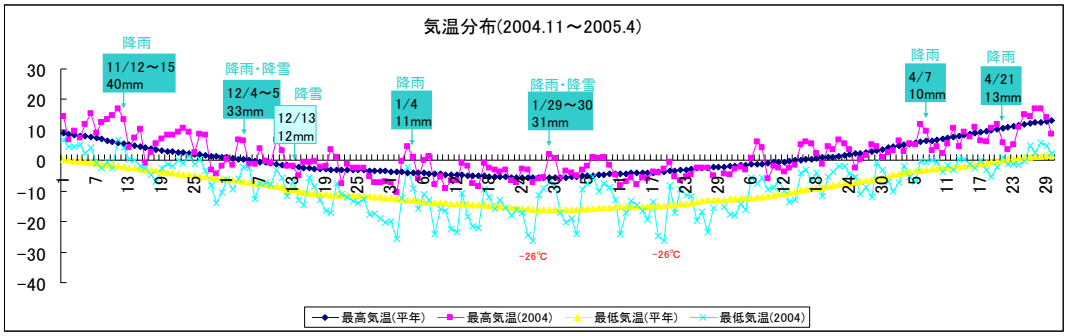


図４　気温の推移（2004.11-2005.4,上川中部管内Ａ町）

増加する施設の維持管理

上川管内では本年は『ゲリラ豪雨』といわれる短時間の豪雨によって、排水路があふれる被害や、水源における上流からの流木等の流着などの被害が相次いでいる。現場に出向いても日中晴れているのに夕方になると強い雨が降る様子はさながら熱帯のスコールのようである。ＪＲや道路の寸断など大きく影響が出た北部・南部管内では『観測史上最大』に近い雨が半月に２度降っている。改良区や市町村では豪雨の度に周辺住民からの通報に対応しているが、とくに広大なエリアを数少ないスタッフで対応している改良区では、非常に困難を極めている様子である。また管内一様ではなく、本年は中部管内のある改良区では例年と変わりないとの話も聞かれる。

ここ 30 年間蓄積された気象観測地点の１時間降水量のデータ（表 1）を見ると、やはり最近５年の１時間あたり降水量が旭川を除く各地点とも上位を占めていることがわかる。最近は『雨の降り方が強くなっている』ことを裏付けている。

南部管内のある改良区では、ダム４カ所・調整池 19 ヶ所、頭首工 25 カ所、機場 12 ヶ所、用水路 887km・排水路 310km、農道 38km という非常に多くの施設を数名の維持管理スタッフと地元の２７管理組合で管理している。大雨後の通水阻害物の除去や破損した施設の補修には改良区職員総出で対応が行われている状況である。こうしたゲリラ豪雨の増加によって、維持管理の負担が増大していることは想像に難くない。

表１　　観測地点別　日最大１時間降水量の観測史上１～５位の値

【平成 22 年８月 26 日現在】

地点（観測開始年）	第１位	第２位	第３位	第４位	第５位
中川（1977～）	2007.9.21 41mm	2010.7.28 39.5mm	2010.8.14 35mm	2000.10.8 34mm	2005.8.26 31mm
名寄（1978～）	2006.7.18 51mm	1994.6.13 50mm	1994.8.14 43mm	2010.6.30 36.5mm	1986.8.12 34mm
士別（1976～）	2003.8.12 52mm	2009.7.24 38.5mm	1994.8.14 34mm	2000.7.5 28mm	2010.7.29 27mm
比布（1976～）	2006.8.13 63mm	2006.8.17 42mm	2000.7.3 32mm	2006.8.18 31mm	1989.8.23 31mm
旭川（1908～）	1912.8.14 57.3mm	1955.8.10 54.4mm	1963.8.3 53.3mm	1970.8.1 52.5mm	1955.8.17 51.1mm
美瑛（1976～）	1994.8.12 41mm	2007.7.3 36mm	1991.7.14 35mm	2006.8.4 33mm	2010.8.24 31.4mm
上富良野（1977～）	2006.8.18 44mm	2010.7.8 36.5mm	2007.6.15 36mm	1996.7.17 34mm	2009.7.8 31mm
富良野（1976～）	2006.8.18 50mm	2010.8.9 36.5mm	2010.8.24 34.5mm	1994.8.18 34mm	2006.8.4 33mm

※　旭川は 1908 年からの観測値となっている。

前号でも触れられていたが、こうした雨の降り方の変化に対し、排水路の流下能力を適切に評価し、地域へ提案していくことは私たちに求められる責務と感じる。と同時に、こうした雨の降り方の変化が、市町村や土地改良区の施設維持への負担を大きくしていることも、検討しなければならない点であると思う。それに適応するためには、ハード面では整備にあたって施設の維持管理を省力化する構造の提案や、ソフト面として例えば人員の確保や外部委託作業への補助等についての支援制度を構築するなど、維持管理にかかる負担を軽減することもまた必要ではないかと思う。たとえ天気が壊れていても、大切な食料生産だけは確保しなければ。たくさんの議論をお願いしたい。

温暖化対策検討部会だよりへの意見

前号の「農業用排水路の検討時における留意点」について、農林水産省農村振興局整備部農地整備課水間様より流出率の適用についてのご意見を頂きましたのでご紹介いたします。貴重なご意見を頂きありがとうございました。

洪水到達時間が 30 分未満の場合の降雨強度式の解釈自体に異論はございませんが、流出率の適用について併せて工夫する必要があるのではなかろうかと思います。

一般論として、流出率は降雨初期において小さく、土壌が Wet になるにつれて、徐々に増大し、一定値に近づく傾向があります。30 分未満の短期間で見れば降雨強度式により算出できる非常に強度の大きな降雨が出現する可能性はありますが、同時に、そのような短時間の強い降雨は、降雨初期に発生する傾向が大きい（ゲリラ豪雨に代表されるように突然出現して直ちに消える）ことも経験則から感じるところでもあります。

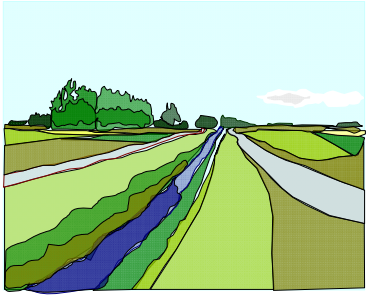
そう考えると、降雨初期からの流出率の経時変化（漸減）を適切に考慮することが併せて必要かと思います。

（部会からの回答）

一般的な流出率は、降り始めから飽和雨量に達するまで f ＝0.2 前後かと思いますが、飽和雨量に達してからは f ＝0.5～0.6 近くに達すると思います。この場合の流出率の経時変化については、情報を持ち合わせていませんが、現地での洪水痕跡などの確認により流出率を逆算することで検証することは可能かと考えているところです。

このことから、流出率の変化が排水量等に与える影響については、今後も検討が必要であることから、今後ともご助言をよろしくお願いします。

意見に対する回答は以上のとおりですが、今回の検討に当たっては、部会長の千葉副参与をはじめ、部会のなかで打ち合わせさせていただきました。



◇本部会の情報収集・発信ＷＧ◇　北海道農政部農村振興局農村計画課　農地計画グループ
Tel　011-231-4111(内線 27-425)
E-mail　nosei.keikaku1@pref.hokkaido.lg.jp

部会へのご意見お待ちしています

温暖化の科学

2010.9.3

本部会の取組をより身近に考えるきっかけとして、T部会長からのコラムを掲載いたします。今回は「節電によるCO_2排出量」をお届けします。

1. 昼休みに消灯してますか？

節電は電気料金の節約に加えてCO_2削減にも貢献する。道庁でも、昼休みの消灯やパソコン機器の節電などにより、大幅な省エネとなっている。農村計画課のある本庁舎8F の一日の時間別使用電力量を示した（図-1）。

時間別の電気使用量は、0時から7時くらいまでは少ないものの8時頃から急激に増加する。9時から 17 時頃まではほぼ一定の使用量であるが、昼休みの消灯等で 12 時から 13 時までの使用電力量が減っているのがわかる。昼休みの消灯も無益ではなかったのである。

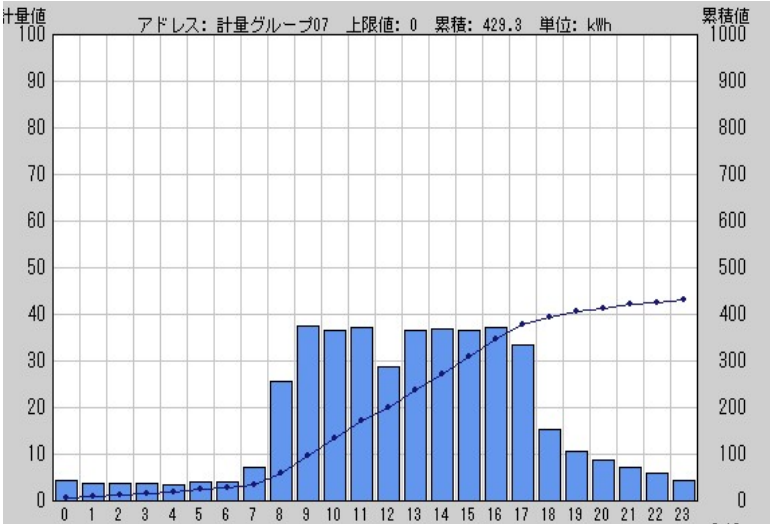


図-1　本庁舎８F の電気使用量（6/30）

2. 本庁舎の使用電力量とCO_2排出量

こうした努力の結果、使用電力量はどれ程度減少しているのだろうか。そして CO_2 排出量はどうであろうか。本庁舎の4月～7 月の使用電力量と CO_2 排出量を年度別に示した（表-1）。

表-1　使用電力量と CO2 排出量

年度	CO_2 原単位	使用電力量		CO_2 排出量	
1990	0. 530	2, 203	100%	1, 168	100%
2003	0. 520	2, 676	121%	1, 392	119%
2004	0. 530	2, 596	118%	1, 376	118%
2005	0. 502	2, 384	108%	1, 197	103%
2006	0. 479	2, 326	106%	1, 114	95%
2007	0. 517	2, 332	106%	1, 205	103%
2008	0. 588	2, 299	104%	1, 352	116%
2009	0. 433	2, 221	101%	962	82%
2010	?	2, 040	93%	?	

1. 使用電力量は本庁舎の 4 月～7 月までの値（単位：Mwh）総務部調べ
2. CO_2 原単位は北電資料（単位：kg-CO_2/kwh）
3. CO_2 排出量は CO_2 原単位×使用電力量（単位：t-CO_2）
4. 電力量及び CO_2 排出量の百分率は 1990 年を 100 とした場合

使用電力量はピークの 2003 年の 2,676Mwh から本年の 2,040Mwh と大幅に減少している。一方、CO_2 排出量は、北電の CO_2 原単位（1kwh を発電するために排出する CO_2 の重量で、火力発電所から排出される CO_2 量を火力･水力･原子力など全発電量で除した値）に使用電力量を乗じて算出した。ピークの 2003 年の 1,392t-CO_2 から昨年の 962t-CO_2 と大幅に減少した。

2009 年の CO_2 排出量は、京都議定書の基準年の 1990 年と比較しても▲18%と大幅な削減となっている。ところで、CO_2 が削減された理由は使用電力量が減ったためではない。使用電力量は 1990 年よりやや増加しているにも係わらず（2,203→2,221Mwh）、「CO_2 原単位」が 1990 年の 0.530kg-CO_2/kwh から 2009 年の 0.433kg-CO_2/kwh（▲18.3%）に大幅に減少したことが貢献している。（なお、2010 年の CO_2 原単位は来年に公表されるが、泊原発3号機が本格稼働するため CO_2 原単位は更に減少することが推定される）。

3. 節電とCO_2原単位

北海道電力の CO_2 原単位は 1990 年以降、増減を繰り返しているが、その原因は原子力発電である。原子力発電の発電割合が大きくなると CO_2 原単位が小さくなり、小さくなると CO_2 原単位は大きくなるという関係である。2008 年の CO_2 原単位（0.588）は近年では最悪となった一方で、2009 年の CO_2 原単位（0.433）は近年では最小となった。これは原子力発電の稼働率の大小によっている。

北電の CO_2 原単位は全国平均と比較して大きな値である。これは、北電の電源別発電割合で石炭火力発電の割合が全国と比較して大きいことが影響している。また全国も北電も発電量当たりの CO_2 原単位は近年増加傾向である。これは、CO_2 を排出しない水力発電や原子力発電の設置が環境制約などから難しくなっていること、原子力発電の稼働率が低下傾向である一方、増加する電気需要に対してコストは安価であるが、CO_2 排出量が多い石炭火力発電で対応しているからと考えられる。

このように、電気の CO_2 原単位が増加すると、省エネ努力が相殺される場合がある一方、CO_2 原単位が減少すると、省エネ努力をしなくても、CO_2 排出量は減ることとなる。このように、電気の使用による CO_2 排出削減は、使用端での利用者の省エネ努力と供給元の電力会社の削減努力の双方によって、達成されると考えられる。

4. LCAによる評価

ここまでは、発電に伴う CO_2 の直接排出（燃焼による CO_2 排出）に着目してきたが、これを LCA 的に考えるとどうなるだろうか。つまり、発電のためには発電所の建設・運営・廃棄や燃料の製造などにも大量のエネルギーを使用するため、CO_2 を排出する（ここでは間接排出と定義する）。これらを含めた CO_2 排出はどれ程度であろうか。電力中央研究所は、本年6月に「日本の発電技術のライフサイクル CO_2 排出量評価」という報告書を公表した。同報告書によると 2009 年時点の標準的な発電技術を対象とする電源別 LC-CO_2 排出量の推計結果は下図のとおりであった（図-2）。

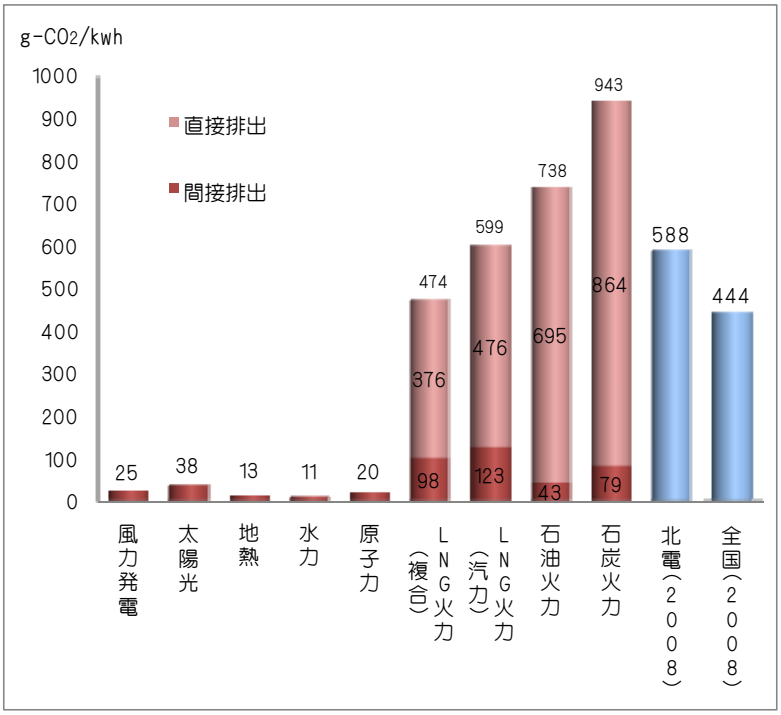


図-2　電気のLC-CO_2排出量

同評価は LCA 手法により発電プラントの運用段階の燃料燃焼による CO_2 排出量のみならず、発電プラントの建設、廃棄、燃料の採掘・輸送・加工・廃棄処理など、一連の活動を包含した CO_2 評価を行っている。

評価結果では、1kwh 当たり CO_2 排出量の最も小さいのが水力発電で 11g-CO_2 であった。次いで地熱、原子力、風力、太陽光の順で大きくなる。これらの電源は発電時に燃料由来の CO_2 排出はないため、排出量も 11～38g-CO_2 程度である。

一方、化石燃料由来の電源では、最も排出量の大きいのが石炭火力の 943g-CO_2/kwh で、次いで石油、LNG の順に小さくなる。

これらの電源では、発電時の化石燃料燃焼に伴う直接排出が多くを占めており、プラント由来や燃料製造プロセス由来の間接排出量は総排出量の5%～20%程度である。

ちなみに、参考までに 2008 年の全国平均と北電の CO_2 原単位も示した。この値は、直接排出分を示している。

5. まとめ

発電に伴う CO_2 排出量は我が国の総排出量の約 1/3 を占めるため CO_2 削減を達成する上では大きな影響がある。本論では、原子力発電が CO_2 原単位を低下させるのに有効であるかのような書き方をしたが、原子力発電は、放射性廃棄物の処理や放射能事故の恐怖など様々のリスクも指摘されている。また、今回は触れなかったが電源別の発電コストの検討も必要である。これらも含めた総合的な検討が求められる。我々電気のユーザーも省エネだけでなく、CO_2 原単位にも着目していく必要があると考える。

日本の発電技術のライフサイクル CO_2 排出量評価
http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/Y09027.html