

北海道研究林標茶区における降水の pH と EC —1999 年から 2009 年までの 11 年間の変化—

北海道研究林標茶区 勝山智憲

1. はじめに

1980 年代以降、降水の酸性化、酸性降下物による森林への影響が社会的な問題となり、全国大学演習林協議会のネットワークにおいても、森林地域への酸性降下物のモニタリングが 1993 年から開始されている（演習林試験研究年報 2004）。北海道研究林標茶区においても 1999 年 5 月から湿性降下物の観測を開始し、pH および電気伝導度（以下、EC と記す）の測定が現在も継続されている。さらに、湿性降下物の質や量、季節変化や特徴を把握することも試みられている。しかしながら、北海道研究林のデータのまとめは、2002 年度分のみ報告されているが（演習林試験研究年報 2004）、経年的な変化などの報告は行われていない。

そこで、1999 年から 2009 年までの 11 年間の観測データ（5 月から 10 月まで）から、降水の pH 及び EC についてまとめた結果を報告する。

2. 調査地の概要と調査方法

北海道研究林標茶区は北緯 43° 19′、東経 144° 37′ 海拔 25m に位置する。釧路市の北 40 km の内陸部に位置し、夏は最高気温が 36℃ に達し、冬は -30℃ に達することもあり、北海道の中でも気象条件の厳しい地域である。1999 年から 2009 年までの年平均気温は 6.9℃、年平均降水量は 1,149 mm である。ただし、2008 年は雨量計の故障等により参考値となっているため、それを除けば 1,184 mm であった。また、11 月下旬から 4 月中旬までは路面、土壤凍結に見舞われ、12 月から 4 月後半までは数 cm から数十 cm の積雪があり、冬期間中は非常に厳しい環境である。

調査は標茶区の気象観測所に設置されている大気降下物採取器で採取される降水を用いて行った。調査期間は通年ではなく、5～10 月まで 1 週間ごとに行った。なぜなら 11 月から 4 月まで凍結や積雪による影響で大気降下物採取器を停止しており、この期間の観測は行っていないためである。1999 年～2009 年の 11 年間の総測定回数は 277 回にのぼった。採取された降水の pH 及び EC を、pH メーター（東亜電波工業製 pH METER HM-12P）および電気伝導度測定機（HORIBA CONDUCTIVITY METER B-173）で測定した（中川 2002）。pH の平均値は各降水の pH を水素イオン濃度に変換し、降水量を加重して求めた。本報告では、pH 及び EC の頻度を計算し、頻度の結果から考察を行い、季節変化による傾向についても調べた。

1999 年から 2009 年までの 11 年間の観測期間中の降水量をみると、最大値が 2009 年の 1046.5 mm で、最小値が 2004 年の 485.5 mm であった。2006 年に 901.0 mm を記録しているがこの 3 年間を除けばほとんどの年が、600 mm から 800 mm の間で推移した。降水の多かった 2 年間はいずれも 6 月から 7 月と 9 月から 10 月に多く、北海道独特の湿気を伴ったじりじりと降る梅雨のような天気の影響と台風による影響だと考えられる。この観測期間中、平均気温がもっとも高かったのが 2008 年の 16.9℃、最も低かったのが 2001 年の 14.4℃であった。平均気温は 14℃～16℃で推移した。

3. 結果

① pH 及び EC の頻度分布

観測期間中における pH の最大値は 7.47、最小値は 3.85 であり、EC の最大値は 146 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 、最小値は 2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ であった。平均値は pH が 5.44、EC が 18 $\mu\text{S}/\text{cm}$ であった。pH 及び EC の頻度分布を図 1 に示す。

pH が 4.8～5.0、5.2～5.4、5.4～5.6 の区間で出現頻度が高く、酸性雨の基準が pH5.6 以下とされていることから、標茶区の観測期間中に測定された降水の 59%が酸性雨だったといえる。したがって、標茶に降る降水の半分以上が酸性であると示された。

EC は 0～5、5～10、10～15 $\mu\text{S}/\text{cm}$ の区間で出現頻度が高く、5～10 $\mu\text{S}/\text{cm}$ の区間で最大の 65 回を記録した。この 3 区間に加えて 15～20 $\mu\text{S}/\text{cm}$ の 30 回をあわせると全体の 75%を占めた。2009 年の上賀茂試験地のデータ（古田 2009）では、降水全体の 79%が EC35 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下であることから、北海道研究林の EC は上賀茂試験地に比べて低かったといえる。

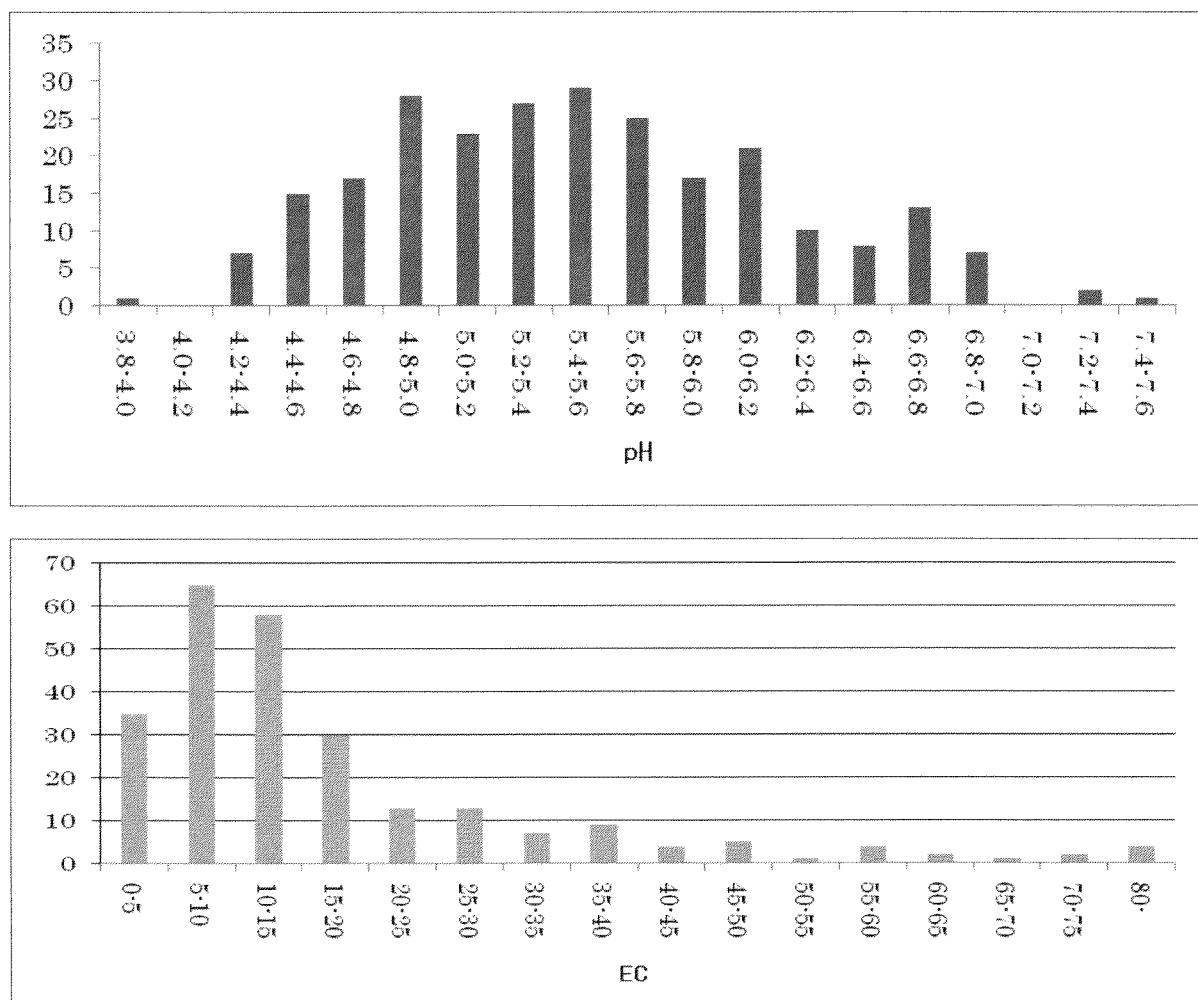
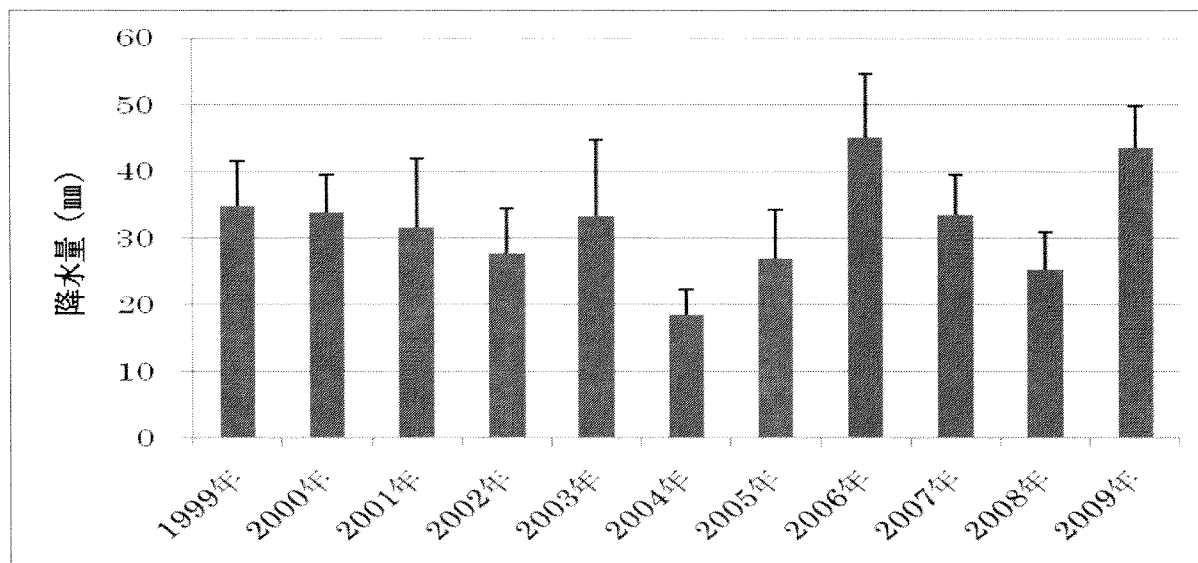


図1 pH 及び EC の頻度分布

②降水量と pH 及び EC の経年変動

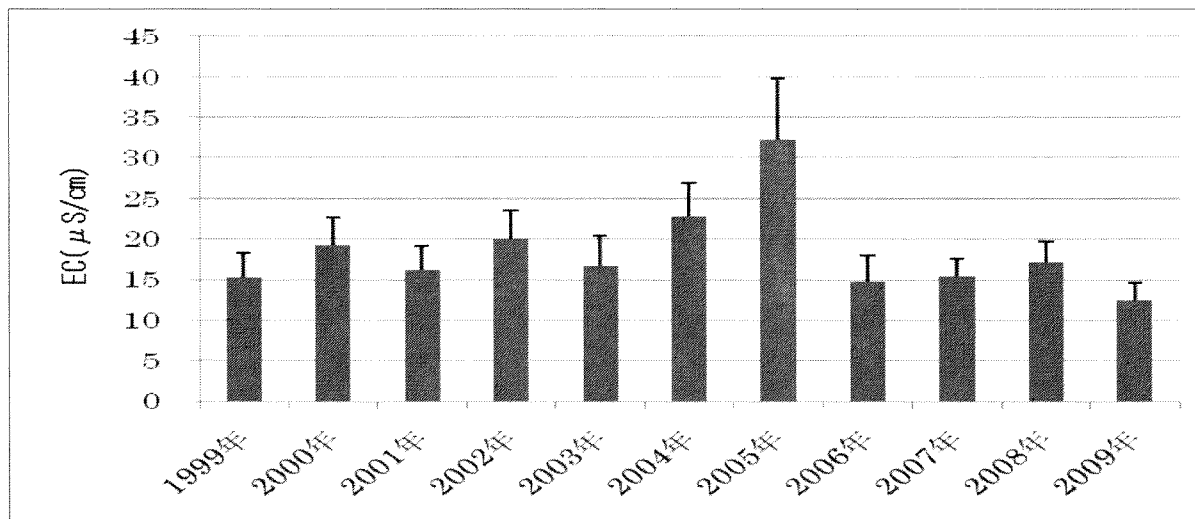
降水量についてみると、2006 年と 2009 年に関しては、降水量が 1 観測につき、平均 40 mm を超える雨を記録したが、その 2 年を除いて降水量は 20 mm～30 mm の間に収束していた。ただ、pH と EC よりかは年ごとのばらつきが見られた。このことから、経年変化をみても降水量に多少のばらつきは見られるものの、pH と EC に関しては一定の傾向は見られなかった。より詳細に EC についてみると、2005 年に 30 $\mu\text{S}/\text{cm}$ を超えて多くなっているものの、11 年間を通し

てみると、15 μ S/cm～20 μ S/cm の間に収束し、それほど大きな差はみられなかった。次に pH についてみると、年度ごとに多少のばらつきはあるものの、多くが 5.0～6.0 の間に収束し、年ごとの差はあまりみられなかった。また、1999 年～2006 年まで pH は上昇傾向にあったが、2006 年以降は下降傾向にあるといえる。



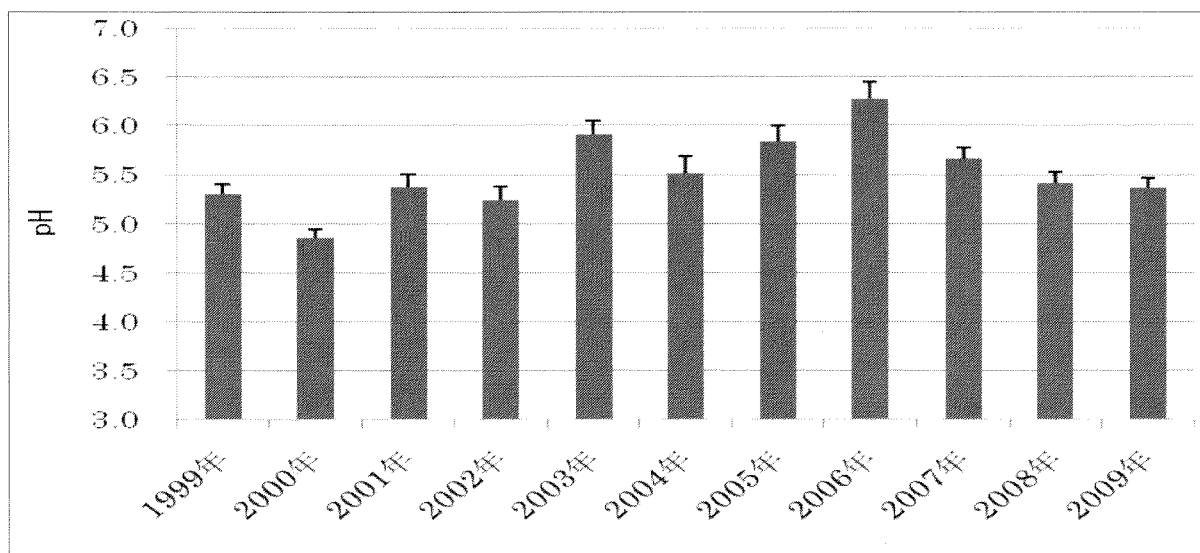
※棒は平均値、線は標準誤差を示す。

図2 降水量の経年変化



※棒は平均値、線は標準誤差を示す。

図3 ECの経年変化



※棒は平均値、線は標準誤差を示す。

図4 pHの経年変化

③降水量とpH及びECの季節変化

次に、1999年から2009年までの季節変化について観測期間となっている5月から10月末までの降水量の月別平均値を算出し、図5に示した。降水量は7月と9月に多かった。一般的に北海道には梅雨はないと言われるが、7月には梅雨のような断続的な雨が一日を通して続く。また、台風の影響も受けていると考えられる。図6から、pHは5.1から5.7の間であった。季節的には8月を除くと春から秋に向かってpHは上昇しているとみることでもある。

次に、ECについて観測期間中の月別平均値を算出し、図7に示した。ECについては、10月に25 μ S/cmと月別では最も高い値を示したが、ECの値は季節を通して全体的に同様の値を示しており、季節による大きな変化はみられなかったといえる。ただ、梅雨時期や台風の影響を受けてまとまった量の雨が降る7月と9月にはECは低い値を示しており、降水量がECに影響を及ぼしている可能性があると考えられる。

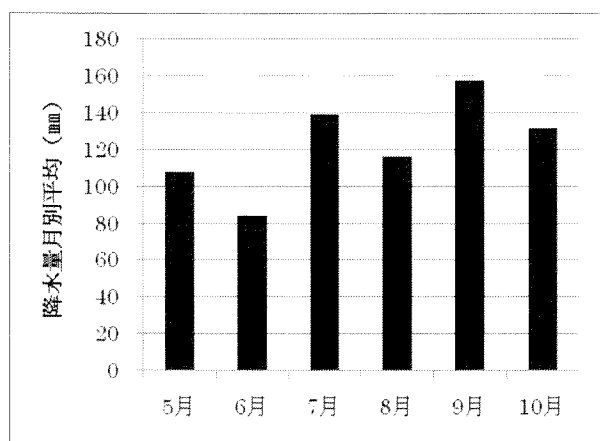


図5 降水量の季節変化

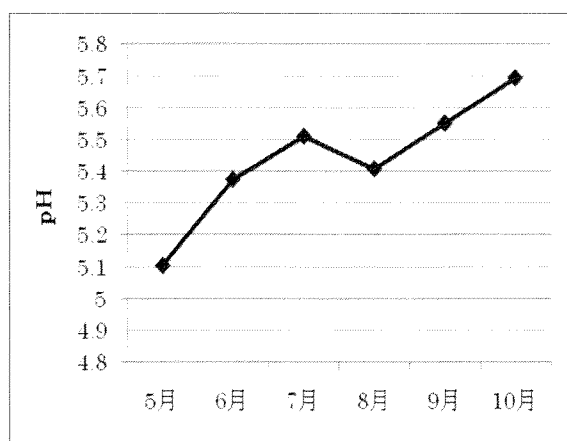


図6 pHの季節変化

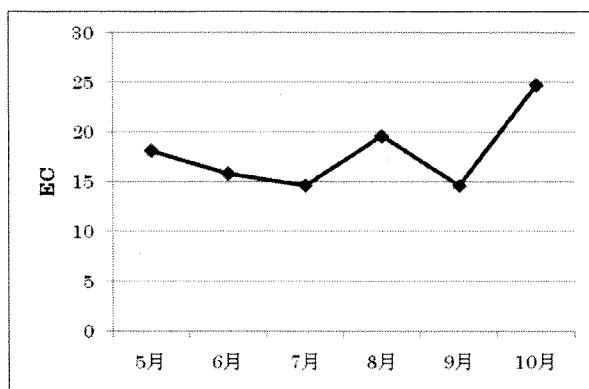


図7 ECの季節変化

④降水量と pH 及び EC の相関関係

ここでは、観測した 11 年間のデータを元に降水量、pH、EC のそれぞれの関係を図 8、図 9、図 10 に示す。降水量と pH の関係についてみると、降水量が 100 mm 以下の場合、pH は 4.5～7.0 と広い範囲に分布していた。100 mm 以上の場合、pH は 5.0～6.0 の範囲に収束した。つまり、降水量が少ない場合に酸性を示す可能性があることがわかる。EC と降水量の関係についてみると、降水量が多いと EC は小さく、降水量が少ないと EC が大きくなる傾向が顕著に現れている。さらに図 10 より pH と EC の間には明瞭な関係はみられず、pH の低い降水では EC のばらつきは小さく、pH が高くなると EC のばらつきがより大きくなることがわかった。これらのことから、酸性の強い降水は、単に降水量が少ない場合に生じるのではなく、降水に何らかの物質が溶け込んでいるものと考えられた。

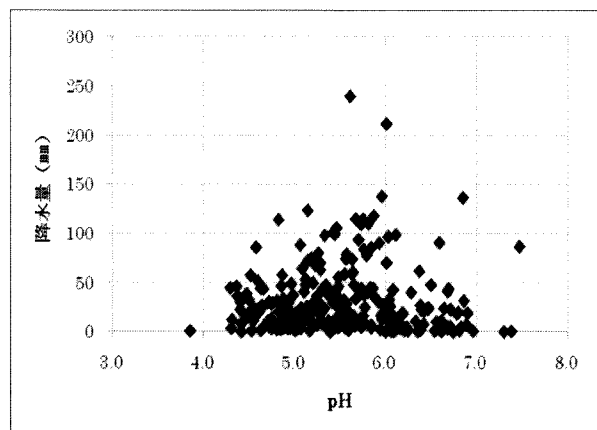


図8 降水量と pH の関係

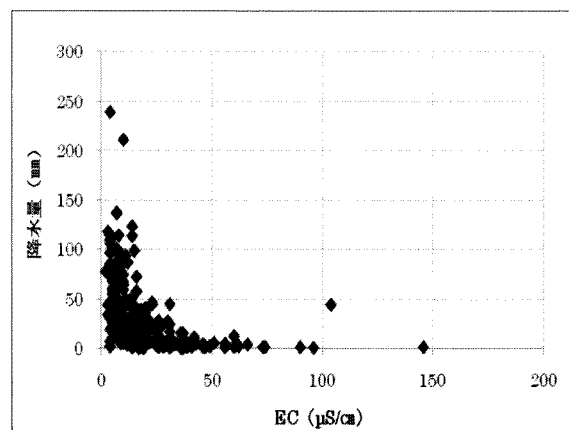


図9 降水量と EC の関係

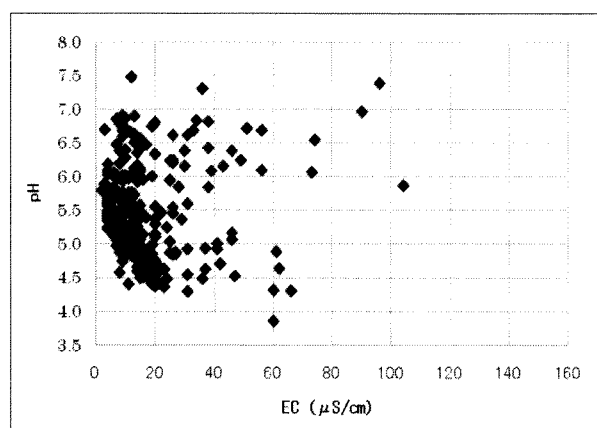


図10 pHとECの関係

4. まとめ

この報告では 11 年間の記録をもとにまとめたが、経年的な大きな変化や傾向は明らかでなかった。また EC に関しては最大値が 146 μ S/cm、最小値が 2 μ S/cm とデータ個々には変動があった。また、標茶区の pH が酸性雨の基準である 5.6 以下である場合が 60%近くを示している状況から、酸性の降雨が多い状況である。温暖化による酸性雨の影響を最小限に抑える努力は必要であり、湖沼や土壌、森林への影響も心配される。今後は冬期の観測を含め、水質分析を行い、EC の内容について検討するなど、さらにいろいろな角度から分析が必要であると考ええる。

引用文献

中川智之・柴田泰征（2002） 上賀茂試験地における降水の pH と EC. 演習林試験研究年報 2000:23-25.

京都大学フィールド科学教育研究センター(2004) 演習林試験研究年報 2002:38-39.

古田 卓（2009） 上賀茂試験地における降水の pH と EC—2002 年～2008 年の報告—. 研究林・試験地情報 2008:37-39.