

네트워크 분석과 자산배분전략

글로벌 주식시장 연결망이 주는 시사점

글로벌 금융시장은 어떻게 연결되어 있을까?

금융시장 네트워크는 복잡한 시스템이다. 글로벌 주식과 국내주식으로 이뤄진 네트워크의 구조를 파악하고 자산배분 아이디어를 살펴보았다. 금융시장 네트워크 분석은 복잡하게 얽힌 자산간 관계를 시각화 할 수 있다는 장점이 있다. 또한 시간의 흐름에 따라 네트워크 구조가 어떻게 변하는지 파악해 포트폴리오 리스크를 효과적으로 관리할 수 있다.

긴밀한 네트워크 구조는 높은 체계적 리스크를 암시

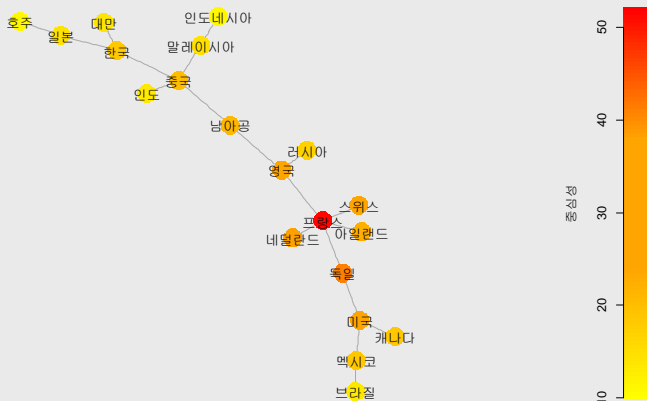
네트워크 내의 자산이 긴밀한 구조로 변하는 시점은 자산시장의 충격이 빠르게 확산될 수 있어 리스크 관리가 필요하다. 현재 글로벌과 국내주식 시장의 네트워크는 느슨한 구조에 가까워 시스템 리스크 발생 가능성이 낮다고 판단한다.

중심성 지표를 활용한 리스크 배분 전략

네트워크에서 각 자산이 차지하는 위치를 중심성 지표로 계산할 수 있다. 네트워크 가운데 위치해 중심성이 높을수록 장기적인 수익률이 낮아지고, 주변에 위치해 중심성이 낮을수록 수익률이 높게 나타난다.

따라서 시간이 흐르면서 각 자산의 중심성이 변화할 때, 이를 활용해 섹터와 종목 비중을 조정하는 리스크 배분(risk budgeting) 전략이 가능하다. 네트워크 중심에서 주변으로 자산을 다각화하면 포트폴리오의 분산효과를 높이고 장기적으로 위험조정 수익률을 개선할 수 있다.

글로벌 주식시장 네트워크: 느슨한 구조로 시스템 리스크 가능성 낮아



자료: Factset, 한국투자증권

목차

- I. 금융시장 네트워크 분석 모형 1
 - 1. 자산간 관계를 어떻게 측정할까?
 - 2. 자산 네트워크를 어떻게 구성할까?
 - 3. 네트워크 특성을 어떻게 파악할까?
- II. 글로벌 주식시장 네트워크 분석 5
 - 1. 글로벌 주식시장 네트워크
 - 2. 국내 주식시장 네트워크
- III. 네트워크 분석을 활용한 자산배분 12
 - 1. 글로벌 주식시장 백테스트
 - 2. 자산배분 시사점
- IV. Appendix 15
 - 종목으로 살펴 본 국내 주식시장 네트워크

I. 금융시장 네트워크 분석 모형

네트워크 분석 통해 글로벌
주식시장의 연결구조를 파악
하고 자산배분에 활용

금융시장 네트워크는 복잡한 시스템이다. 금융시장을 여러 자산으로 구성된 네트워크라 생각해 보자. 자산들은 여러 리스크 팩터를 통해 상호 영향을 주고 받는다. 또 네트워크 내에서 어떤 자산은 다른 자산과 긴밀하게 연결되어 있고 어떤 자산은 멀리 떨어져 있다. 이러한 자산간 연결 고리는 시간에 따라서 강해지기도 하고 느슨하게 변하기도 한다.

여기서는 글로벌 주식과 국내주식으로 이뤄진 네트워크의 구조를 파악하고 자산의 수익률과 리스크, 자산배분 아이디어에 대한 시사점을 살펴보고자 한다. 금융시장의 네트워크 분석은 자산간 구조를 시각화할 수 있어 투자 측면에서 유용하다. 동태적인 네트워크 구조의 변화를 통해 시스템 리스크를 파악할 수 있고, 개별 자산들이 네트워크 내에서 차지한 위치에 따라 리스크 확산의 중요한 연결 고리를 파악할 수 있기 때문이다.

네트워크 분석을 통한 자산배분 시사점은 다음과 같다. 첫째, 네트워크 내의 자산이 긴밀한 구조로 변하는 시점은 자산시장의 충격이 빠르게 확산될 수 있어 리스크 관리가 필요하다. 현재 글로벌과 국내주식 시장의 네트워크 구조는 긴밀하기보다 느슨한 구조에 가까워 시스템 리스크 발생 가능성이 낮은 수준임을 시사한다.

둘째, 네트워크의 중심에 위치한 자산보다 주변에 위치한 자산의 수익률이 높게 나타난다. 네트워크 내에서 자산의 위치를 중심성 지표로 측정할 수 있다. 시간의 흐름에 따라 각 자산의 중심성이 변해갈 때 리스크 배분(risk budgeting) 전략에 기반해 포트폴리오를 구성하는 것이 가능하다. 네트워크 분석을 통한 자산배분은 포트폴리오의 분산효과를 높이고 위험조정수익률을 개선시키는 것으로 나타난다.

1. 자산간 관계를 어떻게 측정할까?

비선형적인 금융자산 간
관계를 상호정보량으로 측정

일반적으로 자산간의 관계는 상관계수로 설명한다. 그러나 금융시장은 선형적이기보다 비선형적 관계인 경우가 많고, 이러한 관계를 파악할 때는 상관계수보다 상호정보량이 더 정확한 정보를 제공한다(‘상호정보량’은 해설도우미 참조). 상호정보량은 자산간 움직임이 얼마나 많은 정보를 공유하는지를 측정한다. 예를 들어 [그림 1]에서 두 변수는 비선형적 관계를 갖고 있다. 이 변수간의 상호관계를 상관계수로 계산할 때 0이지만 상호정보량은 0.58로 나타난다.

실제 주식 수익률 간의 관계를 두 지표로 분석했을 때도 차이가 난다. [그림 2]는 글로벌 주요국 주가지수의 일일 로그 수익률을 대상으로 계산한 상관계수와 상호정보량이다. 상관계수 증가에 비해 상호정보량이 빠르게 높아져 상호정보량이 자산간의 비선형적인 관계 정보를 추가적으로 반영하고 있음을 확인할 수 있다.

<해설도우미1> 상호정보량(Mutual information)

일반적으로 두 변수간 상호관계를 나타내기 위해 상관계수를 사용한다. 상관계수는 두 변수가 선형적인 관계를 가질 때는 적합하지만, 비선형적인 관계가 존재할 때는 상호정보량을 쓰는 것이 효과적이다.

어떤 변수 x_i 가 발생할 확률을 $p(x_i)$ 라고 할 때 x_i 의 정보량인 $I(x_i)$ 는 $-\log p(x_i)$ 로 정의할 수 있다. $H(X)$ 는 불확실성 정도를 의미하는 엔트로피인데 확률과 정보량을 곱해서 계산할 수 있다.

$$H(X) = - \sum_i p(x_i) \log p(x_i)$$

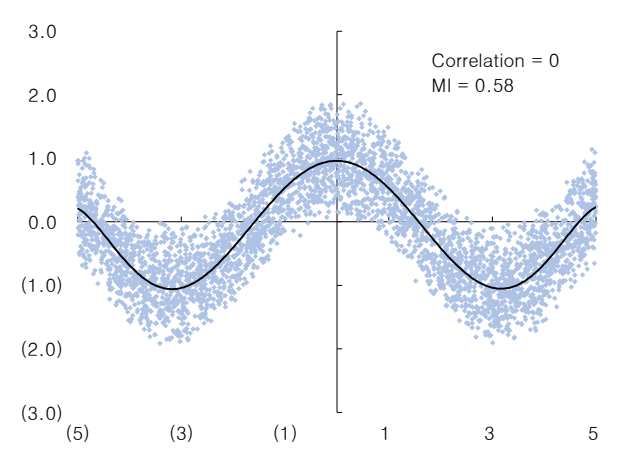
두 변수의 상호정보량인 $I(X, Y)$ 는 다음과 같이 계산된다. 여기서는 상호정보량을 네트워크 상의 거리인 $d(X, Y)$ 로 전환하여 사용한다.

$$I(X, Y) = H(X) + H(Y) - H(X, Y)$$

$$d(X, Y) = 1 - \sqrt{1 - \exp(-2I(X, Y))}$$

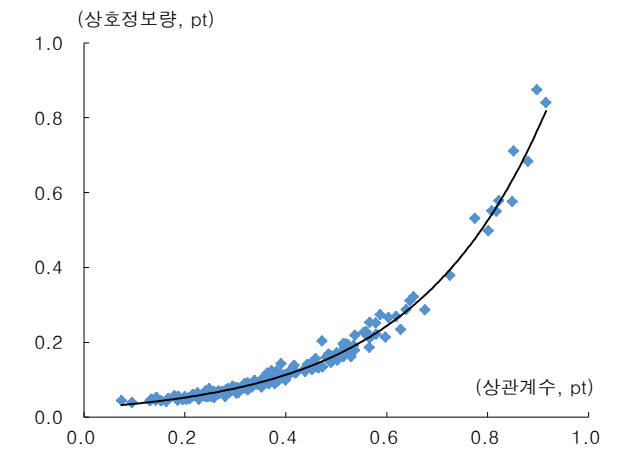
상호정보량은 두 변수간에 공유되는 정보의 양을 의미하는데 여기서 거리는 0과 1 사이로 주어진다. 거리가 0인 경우는 두 변수가 많은 정보를 공유하고 긴밀하게 연결되어 있음을 의미하고, 1인 경우는 두 변수간에 상호정보가 없이 독립적임을 나타낸다.

[그림 1] 비선형 변수의 상관계수와 상호정보량



자료: 한국투자증권

[그림 2] 상관계수와 상호정보량의 관계



자료: Factset, 한국투자증권

복잡한 네트워크 내 자산간 관계를 주요한 특징만 남겨 구조화하는 것이 가능

2. 자산 네트워크를 어떻게 구성할까?

모든 자산들이 서로 연결되어 있는 네트워크는 지나치게 복잡해 주요한 특성을 파악하기 힘들다. n 개의 자산이 있을 때 $nC_2 = n \times (n - 1) / 2$ 페어에 대한 연결선이 만들어진다. 자산간 상호정보량을 구한 뒤 거리를 계산해 네트워크 연결선의 가중치로 사용할 수 있다.

네트워크의 복잡성을 줄이고 군집성과 패턴을 파악하기 위해 MST를 사용했다(MST에 대한 설명은 해설 도우미 참조). 쉽게 말해 MST는 네트워크의 연결선을 중요한 부분만 남겨두고 모두 없애 tree로 만드는 방법이다. 복잡했던 네트워크 내의 자산간 관계를 압축해서 보여주는 것이다.

<해설도우미 2> MST(Minimum Spanning Tree)

MST는 네트워크의 모든 점(node)을 포함하면서 순환되지 않는 방식으로 연결돼 있는 그래프이다. 각 선(edge)에 비중을 부여했을 때 비중의 합이 가장 적은 것이 MST다. n 개의 점을 $(n - 1)$ 개의 선으로 연결된 최소 비용 네트워크를 구성하는 방법이다. 여기서는 prim 알고리즘을 사용했다.

MST를 통해 복잡한 구조의 네트워크를 계층적 군집과 핵심적인 연결관계로 나타낼 수 있다. MST 알고리즘은 여러 산업분야에 유용하게 활용되는데, 예를 들어 파이프를 모두 연결하면서 파이프의 총 길이가 최소가 되도록 설치하는 문제와 같다.

금융시장에서 자산간 상관도 정보로 네트워크를 구성할 수 있다. 이 때 MST는 자산간에 정보와 리스크가 가장 빠르게 전달되는 이동 경로를 의미한다.

3. 네트워크의 특성을 어떻게 파악할까?

네트워크 구조는 중요한 의미가 있다. 상호정보량이 높을수록 별 모양처럼 자산들이 중앙으로 군집된 모습을 하고 있다. 자산 수익률 간의 동조성도 높아진다. 정보가 중심부에 위치한 단일한 점으로 모이고 전체 네트워크로 위기가 빠르게 확산될 수 있다. 반대로 사슬과 같은 형태일 때 상호정보량은 낮고 충격이 확산되는데 오랜 시간이 걸린다. 시스템 리스크의 발생 가능성이 낮은 정상적인 상황에 해당한다.

네트워크 내에서 자산의 특징을 중심성 지표로 측정

네트워크에서 각 자산이 차지하는 위치를 중심성 지표로 계산할 수 있다('중심성 지표'는 해설도우미 참조). 네트워크가 얼마나 긴밀하게 구조화되어 있는지 확인하기 위해서 자산들의 평균적인 중심성을 측정해서 비교한다. 네트워크 내의 자산들이 평균적으로 높은 중심성을 보일수록 네트워크는 밀접하게 연결되어 시스템 위기에 취약해진다.

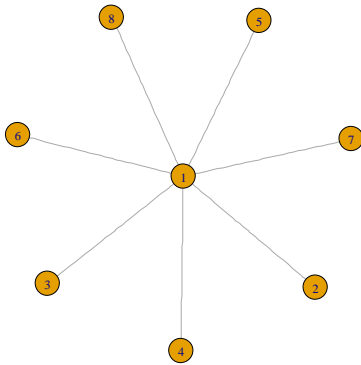
<해설도우미3> 중심성(centrality) 지표

중심성(centrality)은 그래프 이론에서 점(node)의 상대적 중요성을 나타낸다. 중심성은 다양한 방식으로 측정할 수 있는데 연결 중심성(degree centrality)은 한 점에 연결되어 있는 모든 선들의 합이다. 연결 중심성이 높을수록 해당 점에 여러 연결고리가 존재한다는 의미다.

근접 중심성(closeness centrality)은 다른 점과 얼마나 가깝게 있는가를 의미하는데, 다른 점들과의 가장 짧은 거리를 모두 합한 후 역수로 측정한다. 반대로 편심성(eccentricity)은 한 점이 다른 점들과 가장 떨어져 있는 거리를 측정한다. 편심성이 작은 점일수록 네트워크의 중심부에 속해 있다.

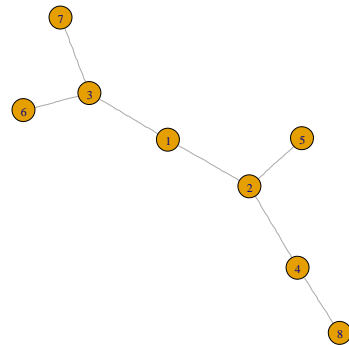
[그림 3]에 8개의 점이 존재하는데 1번 점의 연결 중심성(7)과 근접 중심성(0.14)이 가장 높은 반면, 편심성(1)은 가장 낮게 나온다. [그림 4]에서 네트워크 중앙에 위치한 1~2번 점들은 높은 중심성과 낮은 편심성을 보인다. 또 네트워크가 사슬 모양을 이루고 있어 평균적인 중심성도 별 모양보다 낮게 나타난다. 네트워크 분석과 백테스트에서는 점과의 거리를 가중치로 감안해 계산한 연결 중심성(degree centrality)을 사용했다.

[그림 3] 중심성이 높은 네트워크 구조



자료: 한국투자증권

[그림 4] 중심성이 낮은 네트워크 구조



자료: 한국투자증권

II. 글로벌 주식시장 네트워크 분석

1. 글로벌 주식시장 네트워크

글로벌 주식시장 네트워크는 지역별 군집화되어 있으며 중국, 프랑스, 미국이 핵심적 위치를 차지

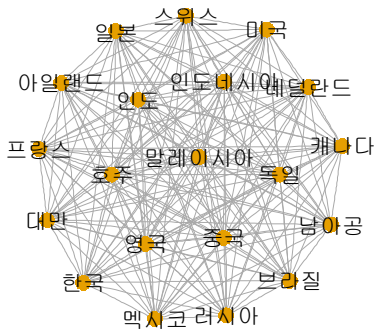
글로벌 주식시장의 네트워크를 구성하고 특성을 살펴보았다. 2000년 1월부터 2017년말까지 MSCI 선진국과 신흥국에 포함된 시가총액 상위 20개 국가지수를 사용했다. 여러 자산으로 연결된 네트워크는 복잡하기 때문에 가장 중요한 특징과 패턴을 따로 추출해 분석해야 한다. 여기서는 해당 국가지수(현지통화)의 일일 로그 수익률을 계산한 뒤 상호정보량으로 자산간 거리를 측정했다. MST를 활용해 자산간의 중요한 정보만을 필터링해 글로벌 주식시장의 네트워크를 구성했다.

전체 기간을 대상으로 네트워크를 구성하면 흥미로운 패턴이 나타난다. 첫째, 지역별로 군집화된 모습을 보인다. [그림 6]에서 상단은 아시아, 중단은 유럽, 하단은 미주 지역 국가들이 몰려 있다. 상호정보량으로 측정된 네트워크가 지역적 유사성을 보인다는 것은 권역 별 주가지수간에 밀접한 상호 관계가 존재함을 시사한다.

둘째, 네트워크 구조가 아시아-유럽-미주 순으로 사슬처럼 이어져 있다. 주식시장의 정보와 리스크는 무작위적으로 확산되기 보다는 이러한 자산간 연결고리를 따라서 움직일 가능성이 높다. 예를 들어 미국발 충격은 유럽 주식시장을 거쳐 국내에 반영되는 식이다.

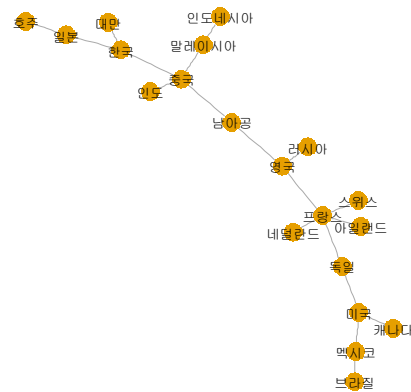
셋째, 각각의 지역에서 핵심부에 위치한 국가는 중국, 프랑스, 미국이다. 중국은 한국, 인도, 말레이시아와 연결되어 있고 유럽국가들과 중요한 연결고리 역할을 하고 있다. 프랑스를 중심으로 영국, 독일, 스위스 등이 군집되어 있다. 마지막으로 미국은 북미와 남미 국가들로 이뤄진 군집에서 핵심적인 위치에 있으며 유럽을 잇는 고리이다.

[그림 5] 복잡한 네트워크를 어떻게 단순화 시킬까?



자료: Factset, 한국투자증권

[그림 6] MST를 활용한 글로벌 주식시장 네트워크



자료: Factset, 한국투자증권

글로벌 주식과 중심성 지표는 역의 관계를 나타냄

다음으로 네트워크 중심성이 시간의 흐름에 따라 어떻게 변하는지 살펴보았다. 직전 1년 동안의 일간 데이터를 바탕으로 매월 자산간 거리를 측정하고 네트워크를 구성했다. 각 자산의 중심성을 계산한 뒤 이를 평균해 네트워크 구조가 동적으로 어떻게 변하는지 파악할 수 있다.

기본적으로 네트워크의 중심성은 시스템 리스크를 반영하고 있다. 자산들이 선형으로 길게 늘어선 경우는 네트워크의 중심성이 낮고 자산간 연결고리도 느슨하다. 반면 자산들이 별 모양처럼 군집되어 있을 경우 네트워크 중심성이 높고 자산끼리 긴밀하게 연결되어 있다. 시스템 리스크는 사슬보다 별 모양에 가까울 때 높아지게 된다.

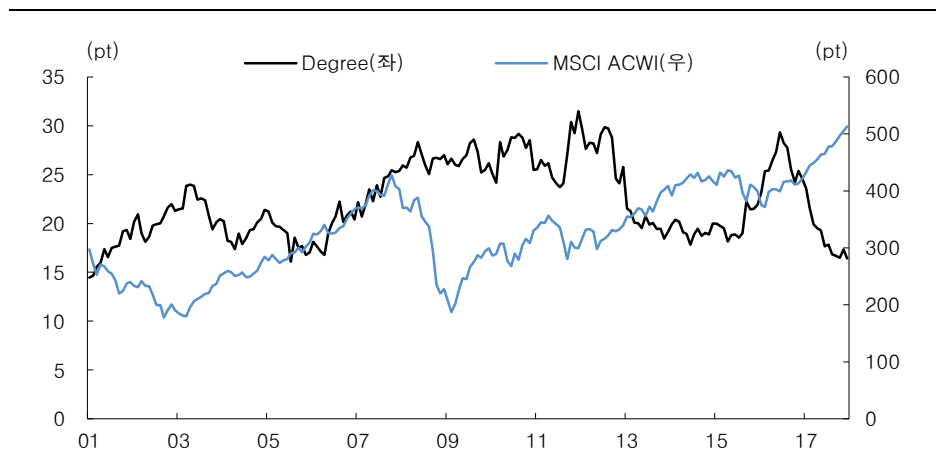
글로벌 주식과 중심성 지표는 역의 관계를 나타낸다. 위기 발생과 주가 하락 시기에 네트워크의 중심성은 상승한다. 중심성이 상승한다고 위험자산이 반드시 하락하는 건 아니다. 그러나 네트워크의 중심성이 높아져 있을 때 금융시장은 시스템 리스크에 취약해질 수 있다. 중심성 상승은 위험자산 급락의 충분조건은 아니지만 필요조건임을 시사한다.

최근 중심성 지표 하락해 시스템 리스크 발생 가능성 낮아

실제로 네트워크의 중심성은 금융위기 이전 꾸준히 상승했다. 글로벌 주식이고점을 찍고 하락하기 시작한 이후에도 중심성은 2008년 5월까지 지속적으로 상승했다. 금융위기로 인한 금융시장의 스트레스가 빠르게 확산되며 지속되었기 때문이다.

최근 중심성은 지난해 6월을 고점으로 지속적으로 하락하고 있다. 글로벌 주식시장이 낮은 변동성과 안정적인 주가 상승을 시작했던 시점이기도 하다. 최근 네트워크의 중심성은 소폭 반등했지만 여전히 매우 낮은 수준에 머물러 있어 시스템 리스크 발생 가능성이 낮음을 시사한다.

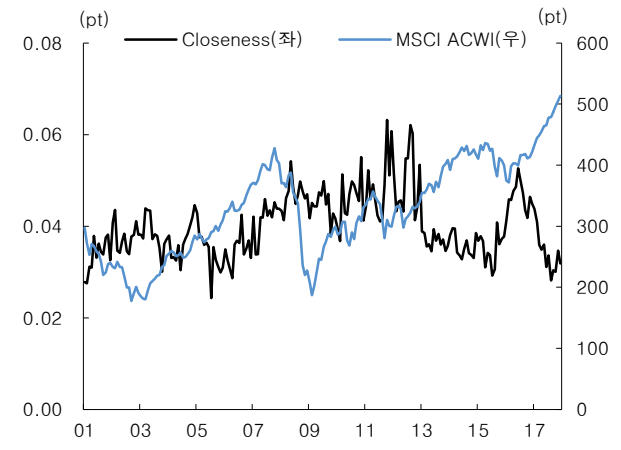
[그림 7] 글로벌 주식과 네트워크 중심성(degree)



자료: Factset, 한국투자증권

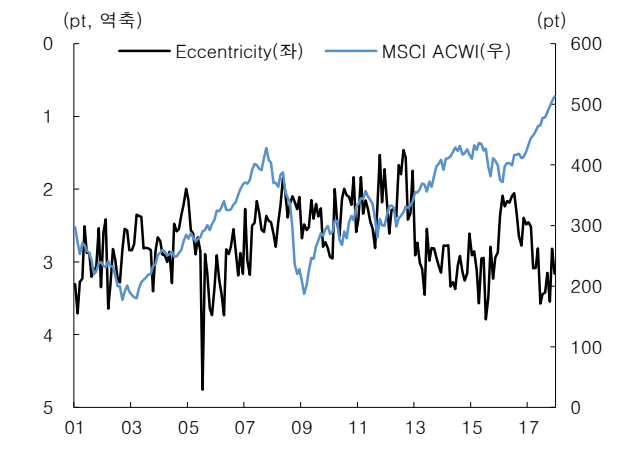
자산들이 얼마나 많은 연결선을 가지고 있는가(degree), 얼마나 밀접하게 연결되어 있는가(closeness), 얼마나 떨어져 있는가(eccentricity) 모두 네트워크의 중심성을 측정하는 지표이기 때문에 비슷한 추이를 나타낸다.

[그림 8] 글로벌 주식과 네트워크 중심성(closeness)



자료: Factset, 한국투자증권

[그림 9] 글로벌 주식과 네트워크 중심성(eccentricity)



자료: Factset, 한국투자증권

미국 금융위기 당시 중심성 지표 급등. 지난해 하반기 이후 점진적 상승

세부적인 국가별 주가지수의 중심성 변화를 살펴보았다. 특정 국가의 중심성이 평균과 비교해 높은지 낮은지 판단할 수 있는데, 이 지수가 플러스로 상승하면 네트워크에서 위치가 중심으로 옮겨간다는 의미다. 중심성이 시스템 리스크를 반영하고 자산가격 급락의 전조 역할을 한다면 리스크 이벤트에 따라 개별 국가의 중심성도 차별화된 모습이 나타날 것이다.

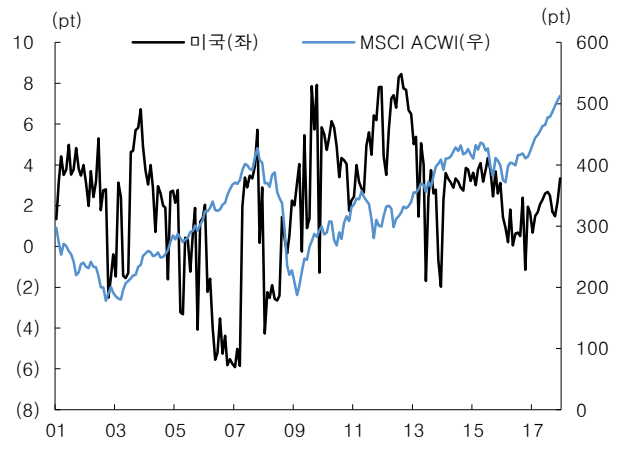
여기서도 흥미로운 부분을 발견할 수 있는데 첫째, 미국의 중심성은 2003년 이후 낮아지는 모습을 보였지만 금융위기가 발생하기 직전 급격하게 상승했다. 2008년 금융위기에서 미국이 리스크 진원지였기 때문이다. 최근 미국 주식시장은 신고점을 경신하며 안정적인 상승세를 지속하고 있지만 지난해 10월 이후 글로벌 주식시장에서 미국의 중심성은 점차 상승하고 있다.

한국은 네트워크의 주변부에 속하고 평균보다 낮은 수준에 머물러

둘째, 한국의 중심성은 마이너스로 네트워크의 중심보다는 주변부에 속해 있다. 지난해 8월 북핵 위기 당시 중심성이 높아졌으나 다시 하락해 여전히 평균보다 낮은 수준에 머물러 있다.

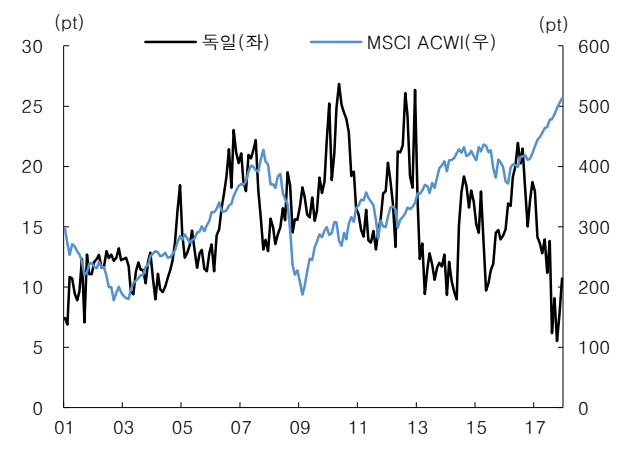
셋째, 중국의 중심성 역시 평균보다 낮아 글로벌 주식시장에서 위치는 주변부에 가깝다. 그러나 중국 자본시장이 개방과 함께 영향력을 키우면서 지난해 중반 이후 플러스로 올라섰고 점차 핵심적인 위치에 다가설 것으로 보인다. 또한 중국 정부의 정책이 금융 리스크 해소에 중점을 두고 있지만 향후 중국 발 부채 리스크가 다시 불거질 경우 네트워크 내에서 중국의 중심성은 급격하게 올라갈 가능성이 크다.

[그림 10] 글로벌 주식과 미국 중심성



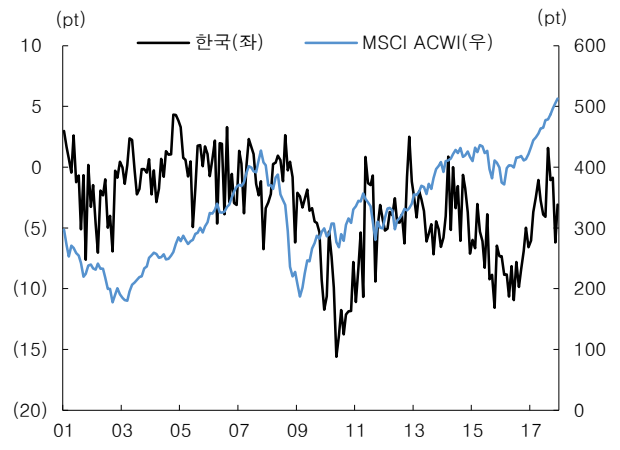
자료: Factset, 한국투자증권

[그림 11] 글로벌 주식과 독일 중심성



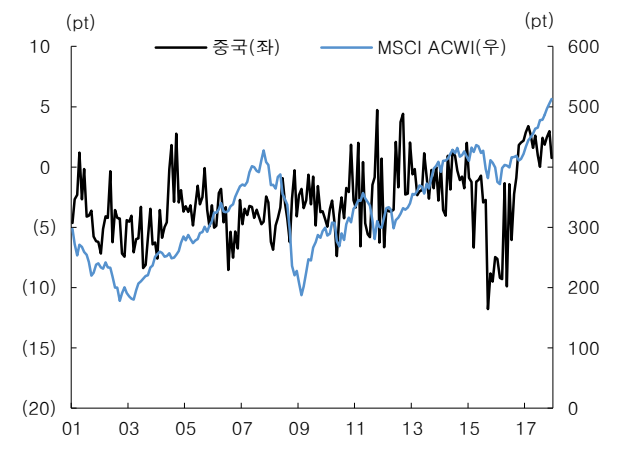
자료: Factset, 한국투자증권

[그림 12] 글로벌 주식과 한국 중심성



자료: Factset, 한국투자증권

[그림 13] 글로벌 주식과 중국 중심성



자료: Factset, 한국투자증권

2. 국내 주식시장 네트워크

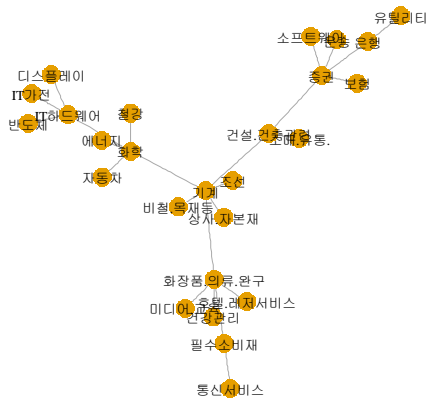
현재 국내 주식시장
네트워크는 사슬구조에
가까워 시스템 리스크의
발생 가능성이 낮아

국내 주식시장의 네트워크를 구성하기 위해 2000년 1월부터 2017년말까지 WISEfn에서 제공하는 26개 섹터지수를 사용했다. 해당 섹터지수의 일일 로그 수익률을 계산한 뒤 상호정보량을 구하고 중요 특징만을 남긴 채 네트워크를 구성했다.

전체 관찰기간 동안 국내 주식시장 네트워크 역시 섹터별 군집화된 모습을 보인다. 중앙의 자본재를 중심으로 좌측으로 에너지/소재와 IT 섹터가 연결되어 있다. 하단으로는 소비재 섹터가, 우측에 금융 섹터로 이어진다. 세부 섹터간 주식수익률이 강한 상관도를 가지고 있으며, IT-에너지/소재-자본재-소비재로 이어지는 연결 고리를 확인할 수 있다.

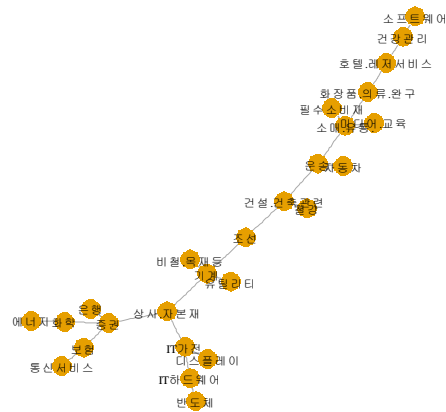
네트워크 구조는 시간이 지나면서 변하는데 직전 1년 데이터를 사용해 구한 국내 주식시장은 매우 다른 모습을 띤다. 전체 기간을 대상으로 했을 때와 달리 현재 국내 주식시장의 네트워크는 사슬 구조에 가깝다. 각 섹터의 중심성 지표를 평균한 값 역시 과거 평균보다 낮다. 한 섹터에서 충격이 발생하더라도 리스크가 확산되는 것이 느려 시스템 리스크 발생가능성은 낮은 수준으로 판단한다.

[그림 14] 국내업종 주식시장 네트워크(전체 기간)



자료: WISEfn, 한국투자증권

[그림 15] 국내업종 주식시장 네트워크(2017년 말 기준)



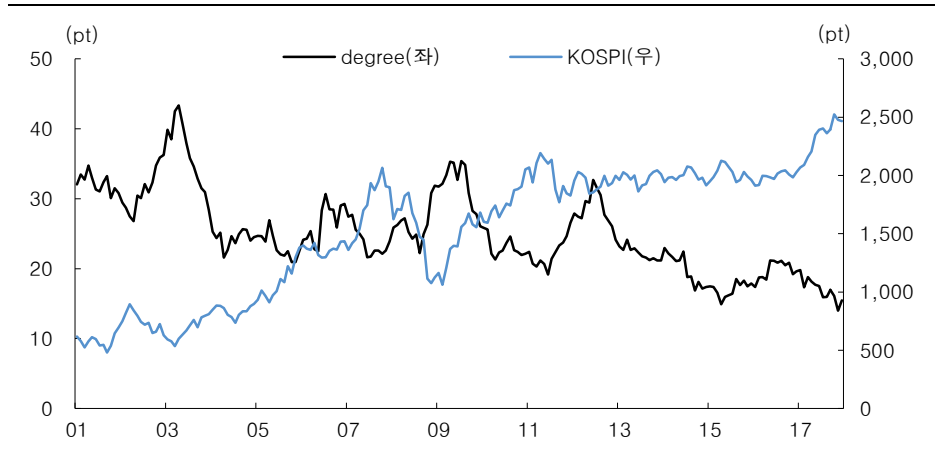
자료: WISEfn, 한국투자증권

다음은 KOSPI와 네트워크의 평균적인 중심성 추이를 나타낸다. 장기간에 걸쳐 국내 주식시장의 전반적인 시스템 리스크는 낮아진 것으로 판단한다. 금융위기 이후 국내 자본시장의 양적 성장, 질적인 효율화, 통화안정과 외환보유고 확충 등의 노력 등이 국내 주식시장의 시스템 리스크를 낮춘 요인으로 보인다.

섹터 측면에서 중심성 낮은
업종은 소프트웨어, 반도체,
통신서비스 순

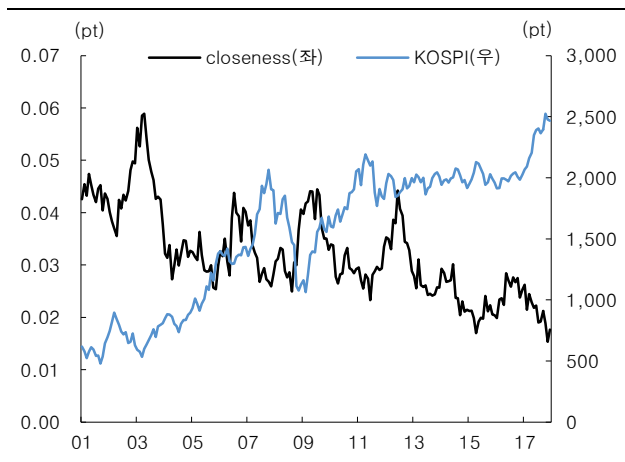
최근 국내 금융시장의 중심성은 2000년 이후 가장 낮은 수준을 기록하고 있는데 국내 주식시장의 시스템 리스크 발생 가능성이 낮다는 우리의 시각과도 일치한다. 강한 기업이익의 증가, 양호한 투자심리 등이 주가 상승으로 이어지고 네트워크 역시 리스크가 분산된 구조를 보이는 것이다.

[그림 16] 국내 주식과 중심성(degree)



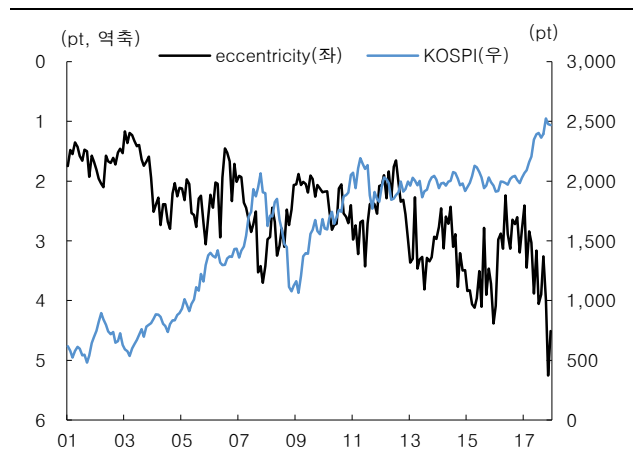
자료: WISEfn, 한국투자증권

[그림 17] 국내 주식과 중심성(closeness)



자료: WISEfn, 한국투자증권

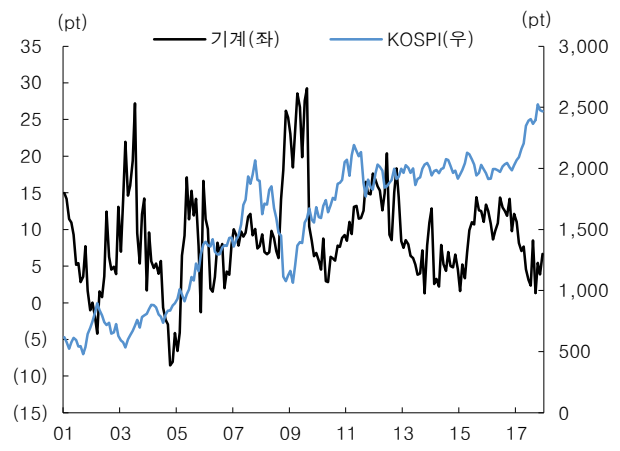
[그림 18] 국내 주식과 중심성(eccentricity)



자료: WISEfn, 한국투자증권

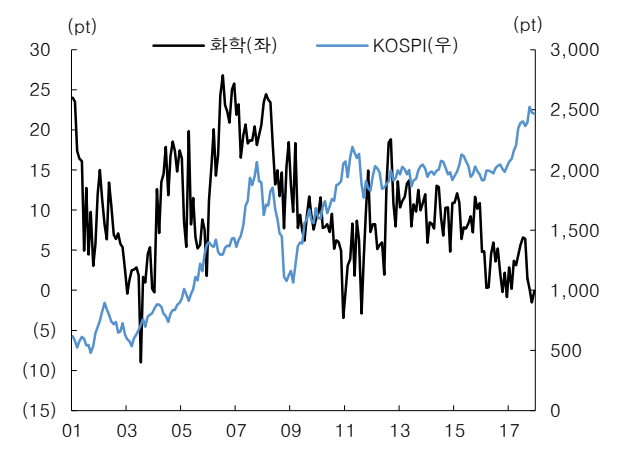
업종별로 살펴보면 지난해 말을 기준으로 평균 대비 중심성이 가장 높은 섹터는 기계(6.6), 상사/자본재(6.1), 증권(5.0), 조선(4.6) 순이다. 가장 낮은 섹터는 소프트웨어(-6.1), 반도체(-4.3), 통신서비스(-4.2), 에너지(-3.9) 순이다.

[그림 19] 국내주식과 기계업종 중심성



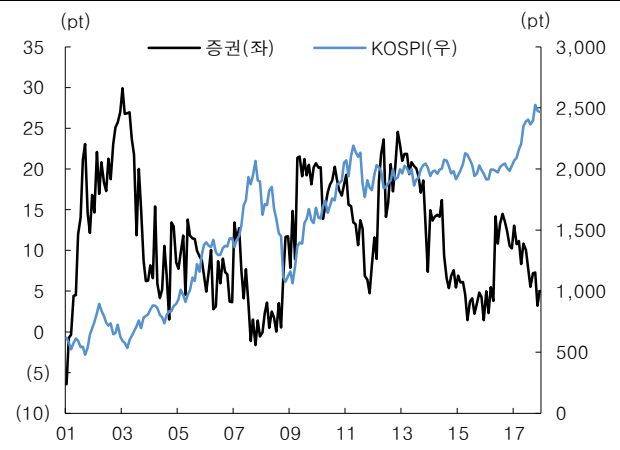
자료: WISEfn, 한국투자증권

[그림 20] 국내주식과 화학업종 중심성



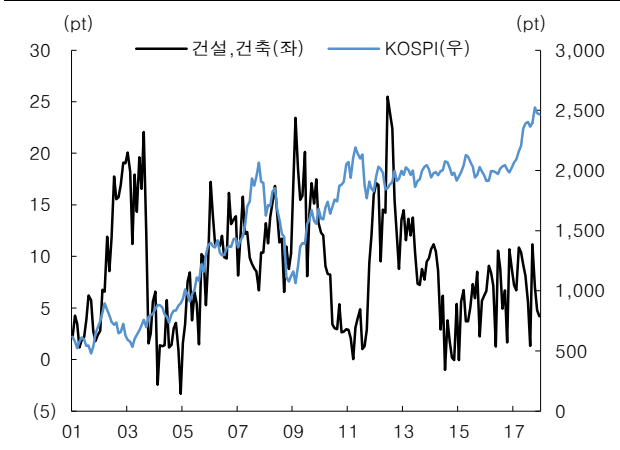
자료: WISEfn, 한국투자증권

[그림 21] 국내주식과 증권업종 중심성



자료: WISEfn, 한국투자증권

[그림 22] 국내주식과 건설/건축업종 중심성



자료: WISEfn, 한국투자증권

III. 네트워크 분석을 활용한 자산배분

1. 글로벌 주식시장 백테스트

네트워크 주변자산의 비중 확대하는 것이 포트폴리오 리스크 분산에 효과적

네트워크 분석을 활용한 자산배분 아이디어를 점검해 보았다. 평균분산 최적화 이론에 따르면 포트폴리오 분산을 위해서 상관도가 낮은 자산을 편입해야 한다. 마찬가지로 네트워크 구조에서 중심에 있는 자산은 다른 자산들과 높은 상관도를 많이 보유하고 있기 때문에 비중을 줄이는 것이 리스크 분산에 효과적일 것이다.

2000년 1월 이후 MSCI 선진국과 신흥국 중 시가총액 상위 20개 국가지수의 과거 1년간 일간 수익률을 가지고 매월마다 네트워크를 구성했다. 네트워크 상의 위치에 따라 각 자산의 연결 분포(degree distribution)를 그려보면 연결선이 많은 소수의 자산과 연결선이 작은 다수의 자산이 존재하기 때문에 멱함수(power function) 형태를 띤다.

여기서는 연결 중심성에 따라 20개 자산을 4분위로 구분한 뒤 동일비중 포트폴리오를 구성했다. 포트폴리오 1은 중심성이 가장 낮은 국가들로, 포트폴리오 4는 중심성이 가장 높은 국가들로 구성되어 있다. 매월마다 네트워크가 새로 구성되고 자산의 위치도 달라지기 때문에 포트폴리오에 속한 자산도 변화한다. 월간으로 리밸런싱을 실시해 투자 성과를 살펴 보았다.

〈표 1〉 중심성에 따른 포트폴리오 성과

구분	연 수익률(%)	연 표준편차(%)	위험조정수익률	왜도
포트폴리오 1	8.01	15.86	0.51	(1.13)
포트폴리오 2	6.24	16.39	0.38	(1.18)
포트폴리오 3	5.32	15.01	0.35	(0.88)
포트폴리오 4	1.04	15.93	0.07	(0.89)

자료: Factset, 한국투자증권

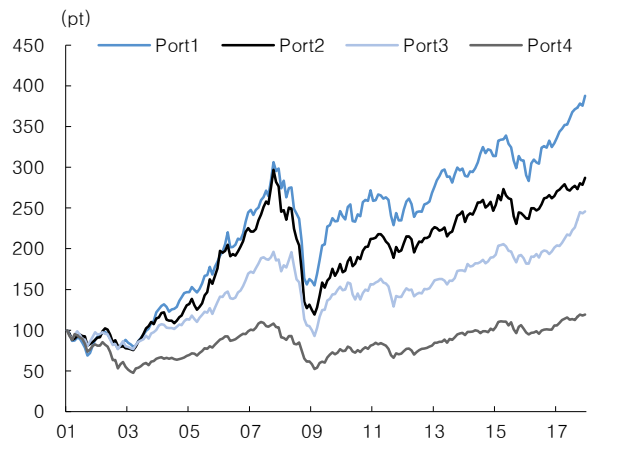
결과적으로 네트워크 주변에 위치해 중심성이 낮은 자산(포트폴리오 1)일수록 수익률과 위험조정수익률이 높다. 반대로 네트워크 중심에 위치해 중심성이 높은 자산(포트폴리오 4)일수록 장기적인 수익률이 낮아진다.

네트워크의 중심에 있는 자산 수익률이 낮은 이유는 이들이 시장충격을 빠르게 확산시키는 연결고리를 담당하기 때문이다. 특히 시스템 리스크가 발생했을 때 연결성이 강한 네트워크 안에서 이들 자산의 수익률이 큰 폭으로 하락하게 된다. 따라서 포트폴리오의 효과적인 리스크 분산을 위해서는 네트워크 중심부에 있는 자산보다 주변에 있는 자산의 비중을 늘리는 것이 효과적임을 의미한다.

다만 수익률 분포 측면에서 중심성이 낮은 포트폴리오는 왜도(skewness)가 다소 높아 극단적인 하락위험이 크게 나타난다. 네트워크에서 중심성이 낮은 국가는 선진국보다 신흥국일 가능성이 높기 때문이다. 따라서 중심성에 따른 리스크 배분 전략을 활용할 때 시가총액 비중을 감안한 후 적정 범위 내에서 전술적인 비중 조절을 통해 시스템 리스크를 축소하는 것이 바람직하다.

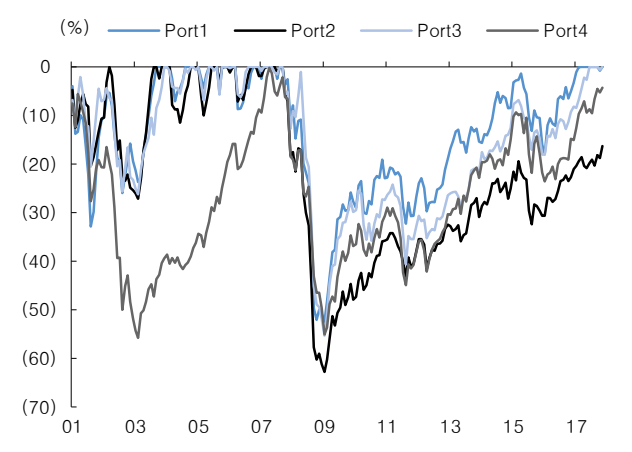
국내 주식형 펀드의 평균 매매회전율이 연간 기준으로 200% 안팎이며 글로벌 자산배분펀드의 회전율이 이의 절반인 100% 수준이라 했을 때, 리스크 배분 포트폴리오의 회전율은 연 60% 수준으로 상대적으로 낮다.

[그림 23] 글로벌 주식 포트폴리오 누적성과 추이



자료: Factset, 한국투자증권

[그림 24] 글로벌 주식 포트폴리오 drawdown 추이



자료: Factset, 한국투자증권

네트워크를 활용한 리스크 배분 포트폴리오는 위험조정 수익률 면에서 효과적

만일 중심성이 높은 자산일수록 장기적인 수익률이 낮다면, 이를 포트폴리오 자산배분에 적용할 수 있을 것이다. 포트폴리오 구성을 위해 리스크 배분(risk budgeting) 방법을 사용했다. 자산의 리스크가 높을수록, 즉 자산이 네트워크 상에서 중심에 가까울수록 자산배분 비중을 줄이는 방식이다. 여기서는 직전 1년 기간을 대상으로 매월마다 각 자산의 중심성을 계산한 뒤 그 역수로 포트폴리오 비중을 산출했으며, 전체 비중의 합은 1로 조정했다.

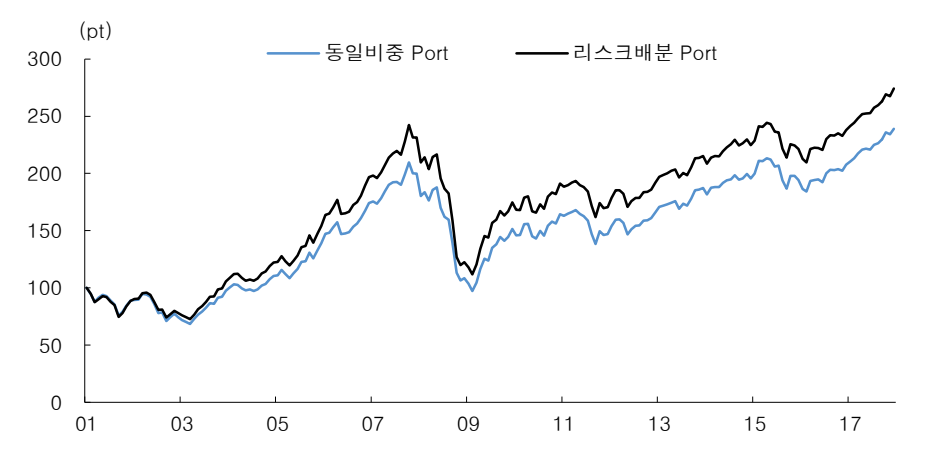
<표 2> 포트폴리오 성과 비교

구분	연 수익률(%)	연 표준편차(%)	위험조정수익률	왜도	95% VaR
동일비중 포트폴리오	5.15	14.60	0.35	(1.18)	(85.15)
리스크 배분 포트폴리오	5.96	14.70	0.41	(1.28)	(85.32)

자료: 한국투자증권

중심성이 높은 자산 비중을 줄인 리스크 배분 포트폴리오는 동일비중 포트폴리오에 비해 연 0.8%p의 초과 성과를 기록하고 위험조정 수익률 면에서 뛰어난 것으로 나타난다. 변동성이나 왜도, VaR는 큰 차이가 나지 않았다.

[그림 25] 동일비중과 리스크 배분 포트폴리오 누적 성과



자료: Factset, 한국투자증권

네트워크 분석을 활용해
리스크 관리와 포트폴리오
위험조정수익률 개선 가능

2. 자산배분전략 시사점

금융시장의 네트워크 분석은 복잡하게 얽혀 있는 자산간 관계를 중요한 구조를 중심으로 시각화 할 수 있다는 장점이 있다. 또한 시간의 흐름에 따라 네트워크 구조가 어떻게 변하는지 파악해 금융시장의 리스크 수준을 파악할 수 있어 포트폴리오 리스크 관리에 유용한 수단이 될 수 있다.

자산배분 활용의 시사점은 다음과 같다. 첫째, 네트워크의 중심성을 활용한 리스크 관리 전략이다. 네트워크 내의 자산이 긴밀한 구조로 변하는 시점은 자산시장의 충격이 빠르게 확산될 수 있어 리스크 관리가 필요하다. 다만 중심성의 상승이 자산가격의 급락을 가져오는 충분조건이라기 보다 필요조건임을 기억할 필요가 있다. 현재 글로벌과 국내주식 시장의 네트워크 구조는 느슨한 구조에 가까워 시스템 리스크 발생 가능성이 낮은 수준으로 판단한다.

둘째, 네트워크 내 각 자산의 중심성 변화를 활용해 섹터와 종목 비중을 조정하는 포트폴리오 구성이 가능하다. 중심성이 지나치게 높아진 자산에서 낮은 자산으로 비중을 옮기는 방식이다. 네트워크 중심에서 주변으로 자산을 다각화하면 포트폴리오의 분산효과를 높이고 장기적으로 위험조정수익률이 개선될 수 있다.

다만 글로벌 주식포트폴리오에서 중심성이 낮은 자산은 선진국보다 신흥국일 가능성이 높아 시가총액 비중 방식에 비해 체계적인 신흥시장 바이어스가 존재한다. 벤치마크 비중 대비 적정 수준을 전술적으로 변경하여 시스템 리스크를 분산하는 차원에서 운용하는 것이 바람직하다.

IV. Appendix

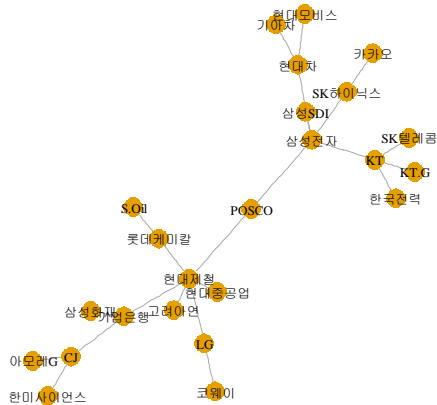
종목으로 살펴 본 국내 주식시장 네트워크

국내 주식시장 네트워크에서
중심성이 낮은 종목은
코웨이, 삼성 SDI, KT&G

국내 주식시장을 종목으로 구성된 네트워크로 분석했다. 시가총액 대형주로 구성된 KOSPI50 종목을 대상으로 했다. 2000년 1월 이후 수익률이 존재하는 24개 종목으로 네트워크를 구성하면 다음 그림과 같다. POSCO, 현대제철, 삼성전자가 네트워크의 중심부에 위치하는데 시총이 크고 과거 경제성장을 주도했던 대표 종목이다. 자동차-IT-산업재-소비재로 이어지는 산업별 연결고리도 드러난다.

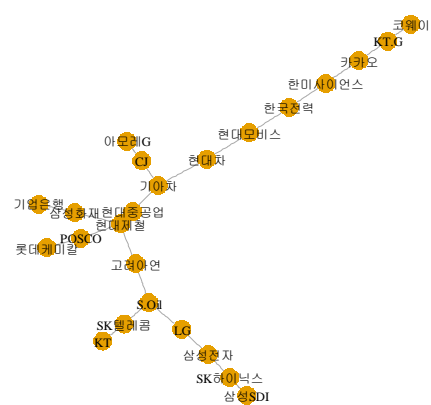
그러나 지난해 말을 기준으로 직전 1년 기간 동안의 종목 간 상관관계를 추정하고 네트워크를 만들면 전혀 다른 그림이 나타난다. 네트워크가 사슬 모양으로 이어져 과거보다 리스크가 분산되어 있음을 시사한다. 또한 삼성전자는 네트워크의 중심이 아닌 주변부에 위치해 있다.

[그림 26] 국내종목 주식시장 네트워크(전체 기간)



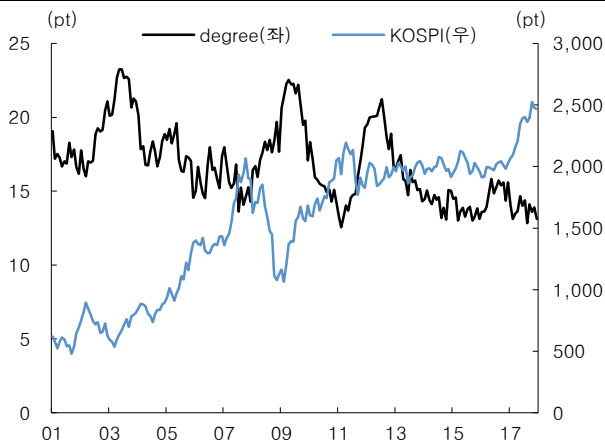
자료: WISEfn, 한국투자증권

[그림 27] 국내종목 주식시장 네트워크(2017년 말 기준)



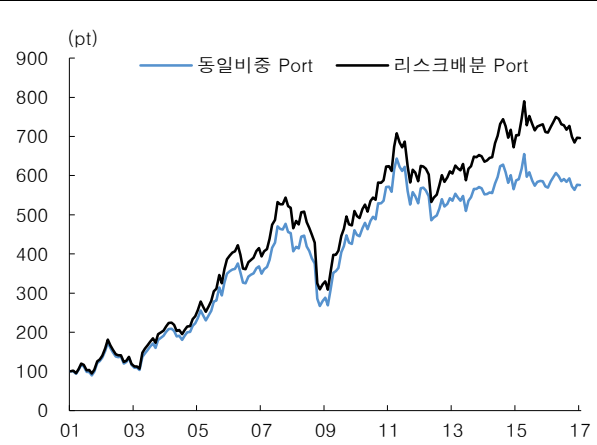
자료: WISEfn, 한국투자증권

[그림 28] 국내 주식과 중심성(degree)



자료: WISEfn, 한국투자증권

[그림 29] 동일비중과 리스크 배분 포트폴리오 누적 성과



자료: WISEfn, 한국투자증권

2017년말 기준으로 중심성이 높은 종목은 현대제철, 기아차, 현대차, POSCO 순이다. 반면 중심성이 낮은 종목은 코웨이, 삼성 SDI, KT&G 순이다. 특히 삼성전자, 하이닉스, 삼성SDI 등은 전체 기간 동안의 평균적인 수준보다 중심성이 크게 낮은 수준이다.

〈표 3〉 종목별 중심성 비교

종목명	중심성(전체 기간)	중심성(2017년말)	평균 대비
현대제철	22.8	21.1	8.0
기아차	15.1	19.2	6.1
현대차	19.4	18.1	5.0
POSCO	20.2	17.4	4.3
고려아연	14.6	16.1	3.0
현대모비스	14.9	15.4	2.3
S.Oil	11.8	15.1	2.0
삼성화재	12.5	14.5	1.4
현대중공업	15.1	13.4	0.3
CJ	14.0	13.4	0.3
한국전력	12.4	12.8	(0.3)
LG	15.6	12.7	(0.4)
SK 텔레콤	13.6	12.7	(0.4)
롯데케미칼	16.1	11.9	(1.2)
삼성전자	22.4	11.6	(1.5)
한미사이언스	10.1	11.5	(1.6)
KT	18.0	10.8	(2.3)
기업은행	17.5	10.8	(2.3)
SK 하이닉스	16.5	10.5	(2.6)
카카오	11.6	10.4	(2.7)
아모레 G	10.1	10.1	(3.0)
KT&G	11.7	9.2	(3.9)
삼성 SDI	15.0	8.4	(4.7)
코웨이	11.1	7.4	(5.7)
평균	15.1	13.1	

자료: 한국투자증권

- 본 자료는 고객의 증권투자를 돕기 위하여 작성된 당사의 저작물로서 모든 저작권은 당사에게 있으며, 당사의 동의 없이 어떤 형태로든 복제, 배포, 전송, 변형할 수 없습니다.
- 본 자료는 당사 리서치센터에서 수집한 자료 및 정보를 기초로 작성된 것이나 당사가 그 자료 및 정보의 정확성이나 완전성을 보장할 수는 없으므로 당사는 본 자료로써 고객의 투자 결과에 대한 어떠한 보장도 행하는 것이 아닙니다. 최종적 투자 결정은 고객의 판단에 기초한 것이며 본 자료는 투자 결과와 관련한 법적 분쟁에서 증거로 사용될 수 없습니다.
- 본 자료에 제시된 종목들은 리서치센터에서 수집한 자료 및 정보 또는 계량화된 모델을 기초로 작성된 것이나, 당사의 공식적인 의견과는 다를 수 있습니다.
- 이 자료에 게재된 내용들은 작성자의 의견을 정확하게 반영하고 있으며, 외부의 부당한 압력이나 간섭없이 작성되었음을 확인합니다.